olivetti

Ing. C. Olivetti & C. S. p. A. - C. I. S. V. Firenze 1966 - Istruzioni interne riservate

OLIVETTI PROGRAMMA 101

manuale di istruzione

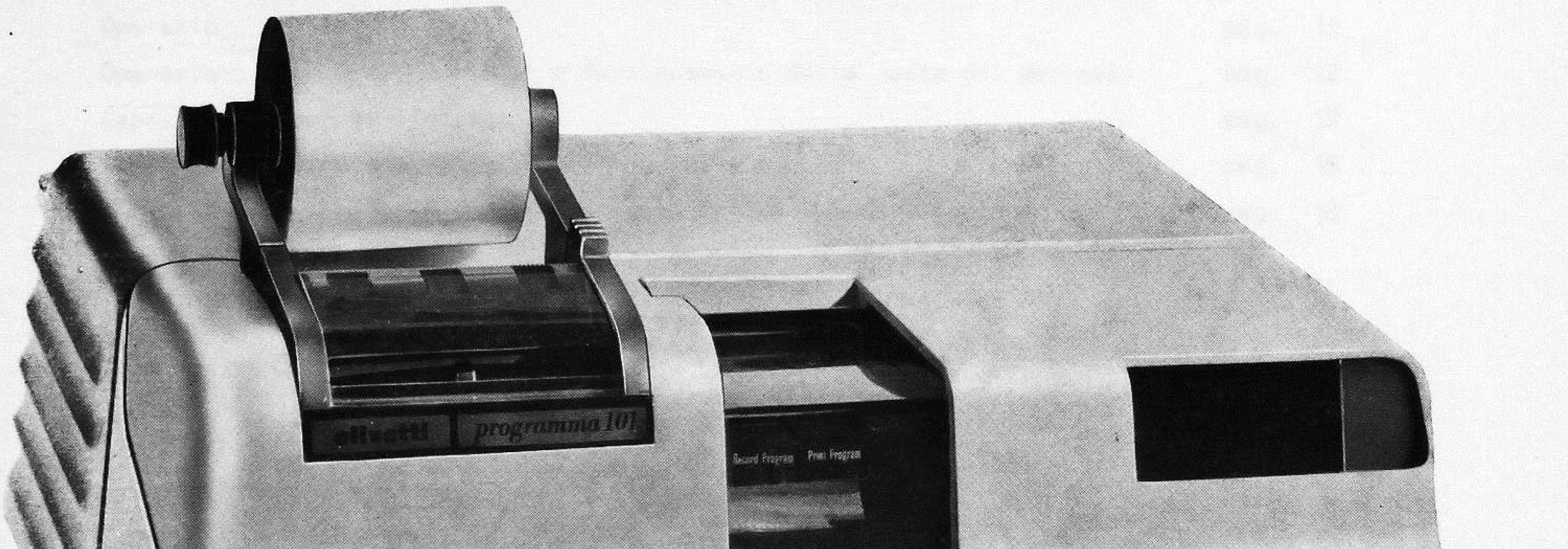
olivetti

Ing. C. Olivetti & C. S. p. A. - C. I. S. V. Firenze 1966 - Istruzioni interne riservate

OLIVETTI PROGRAMMA 101

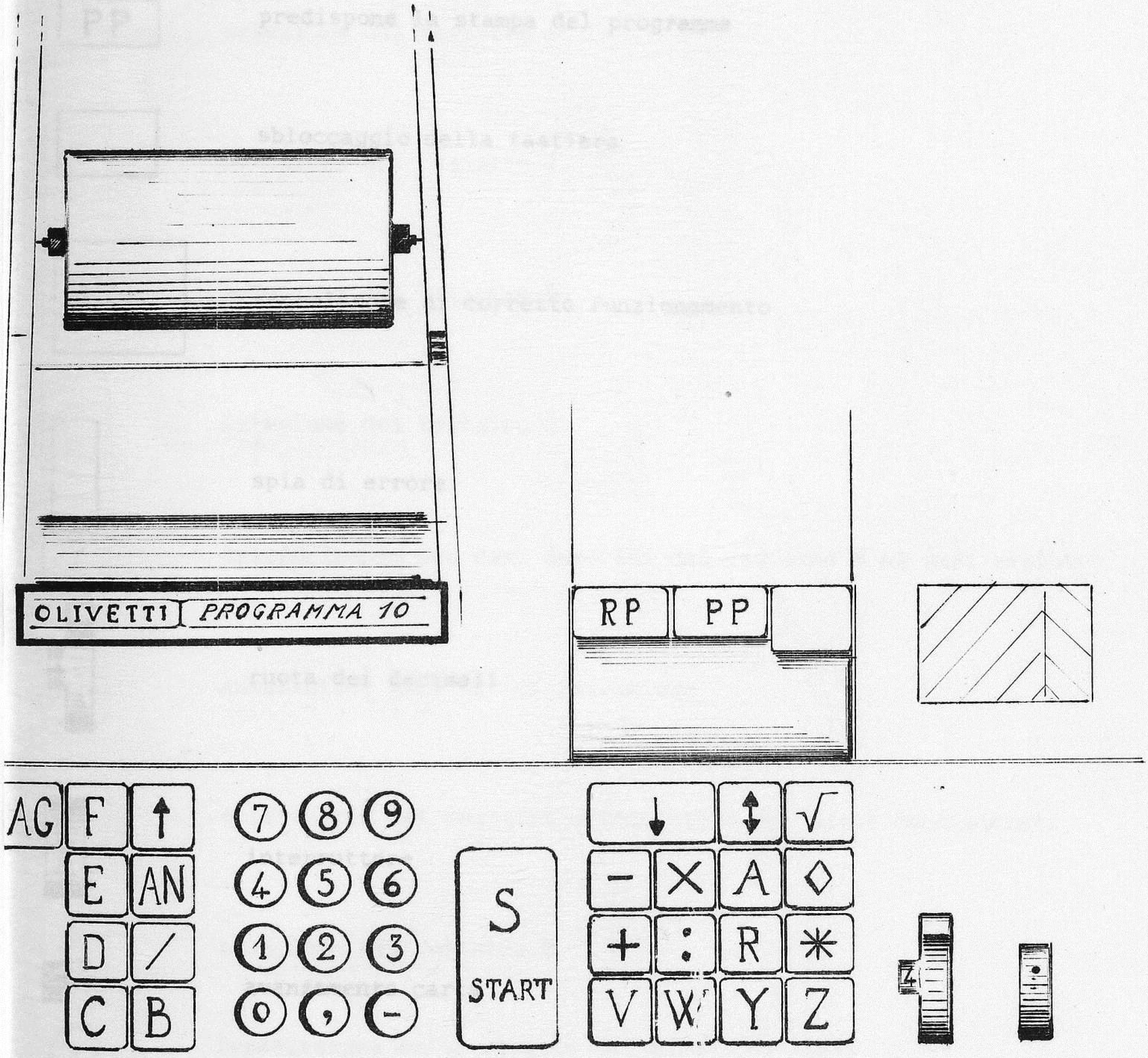
manuale di istruzione

cod. 253


olivetti
programma 101
Record Program
Print Program
S
start
V W Y Z

I N D I C E

TASTIERA DEL CALCOLATORE ELETTRONICO DA TAVOLO "PROGRAMMA 10"



RP predispone la memorizzazione del programma

PP predispone la stampa del programma

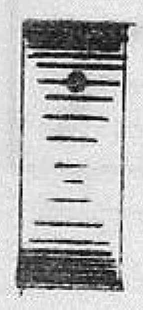
sbloccaggio della tastiera

segnalatore di corretto funzionamento

spia di errore



ruota dei decimali



interruttore



avanzamento carta

AG	azzeramento di tutti i registri
F	selezione del registro F
E	selezione del registro E
D	selezione del registro D
C	selezione del registro C
↑	trasferimento dei dati numerici dal registro M ai vari registri
AN	annullatore dell'ultima istruzione
/	splittaggio dei registri e indicatore dei salti condizionati
B	selezione del registro B
,	impostazione della virgola nei numeri decimali
−	impostazione dei numeri negativi

S START	"start" e "stop" del programma
↓	richiamo dei dati numerici nel registro A
↕	scambio dei dati numerici tra i vari registri ed il registro A
√	radice quadrata
−	sottrazione
×	moltiplicazione
A	selezione del registro A
◊	lettura dei registri

+	addizione
:	divisione
R	selezione del registro R
*	lettura e azzeramento dei registri (nel calcolo manuale) solo azzeramento dei registri (nel calcolo programmato)
V	selezione dell'istruzione di salto V
W	selezione dell'istruzione di salto W
Y	selezione dell'istruzione di salto Y
Z	selezione dell'istruzione di salto Z

L E   O P E R A Z I O N I   E L E M E N T A R I

Brevi cenni di logica operativa

Scelti due numeri a e b, abbiamo:

addizione	$a + b = R_1$
sottrazione	$a - b = R_2$
moltiplicazione	$a \times b = R_3$
divisione	$a : b = R_4$

chiamiamo:

a = primo termine dell'operazione
b = secondo termine dell'operazione
R_i = risultato della operazione

pertanto:

OPERAZIONE	PRIMO TERMINE	SECONDO TERMINE	RISULTATO
Addizione	Addendo	Addendo	Somma
Sottrazione	Minuendo	Sottraendo	Differenza
Moltiplicazione	Fattore	Fattore	Prodotto
Divisione	Dividendo	Divisore	Quoziente

Per eseguire le quattro operazioni, la macchina segue una logica operativa estremamente semplice e lineare che si può compendiare in quattro punti:

- il primo termine deve trovarsi nel registro A
- il secondo termine deve trovarsi nel registro M
- il risultato si forma nel registro A, dove sostituisce il primo termine
- il secondo termine rimane nel registro M

Facciamo quattro esempi numerici, ricordando la situazione dei regi stri prima e dopo l'esecuzione delle operazioni:

	Posizione iniziale dei dati		Tasto	Risultato	Posiz. dati dopo operaz.	
	M	A			M	A
14 + 2	2	14	+	16	2	16
13 - 3	3	13	−	10	3	10
6 x 4	4	6	x	24	4	24
35 : 5	5	35	:	7	5	7

E generalizzando:

	A	M
prima dell'esecuzione dell'operazione	primo termine (addendo, minuendo, fattore, dividendo)	secondo termine (addendo, sottraendo, fattore, divisore)

	A	M
dopo l'esecuzione dell'operazione	risultato (somma, differenza, prodotto, quoziente)	secondo termine (addendo, sottraendo, fattore, divisore)

<u>Applicazione pratica sulla macchina</u>

I comandi della tastiera che debbono essere adoperati per poter fare eseguire alla macchina le quattro operazioni sono nell'ordine i seguenti:

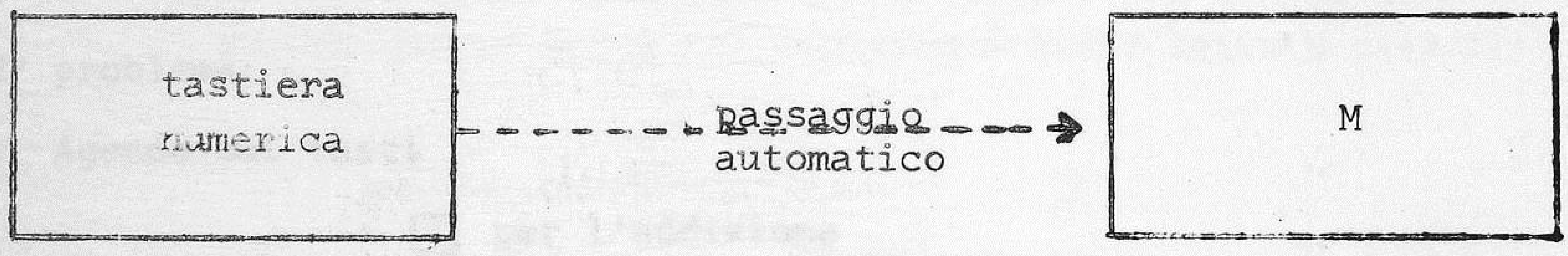
- i dieci tasti numerici
- il tasto [↓]
- i tasti [+] [−] [x] [:]
- i tasti [A] [◇]

Chiarita brevemente la logica operativa, prima di poter usare la macchina per l'esecuzione delle quattro operazioni, dobbiamo risolvere tre problemi:

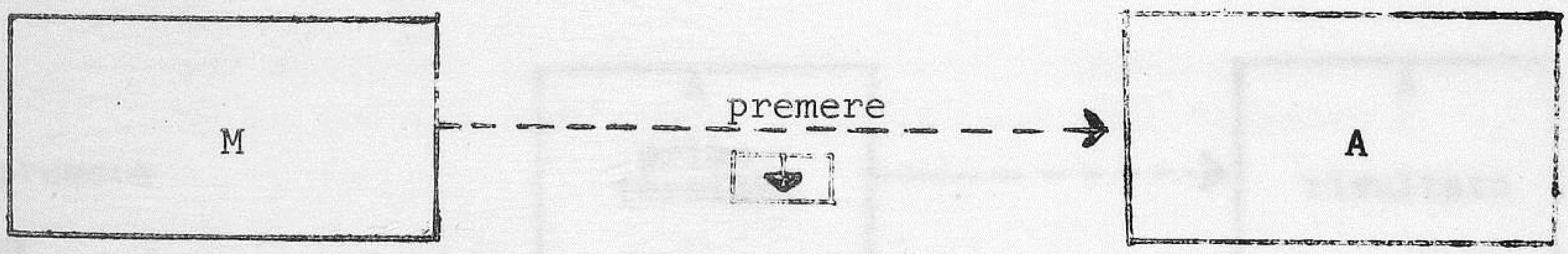
1) come immettere i due termini dell'operazione nei registri A ed M
2) come segnalare alla macchina quale tipo di operazione deve essere eseguita tra i due dati numerici immessi nei registri A ed M
3) come poter conoscere il risultato

1° problema:

- ogni dato numerico impostato in tastiera viene direttamente ed automaticamente immesso nel registro M



- sia il registro M che il registro A contengono solo un numero per volta: ogni nuovo numero che vi viene immesso cancella il precedente e vi si sostituisce
- ogni numero impostato in tastiera, ed immesso quindi nel registro M, può essere inviato nel registro A agendo sul tasto [↓]



Per meglio eseguire l'esposizione dei concetti, è opportuno aiutarsi con un esempio numerico:

$$25 - 10 = 15$$

affinchè la macchina possa eseguire questa operazione, **in base agli** elementi di logica operativa esaminati, sappiamo che:

- il primo termine 25 deve essere immesso nel **registro A**
- il secondo termine 10 deve essere immesso nel **registro M**

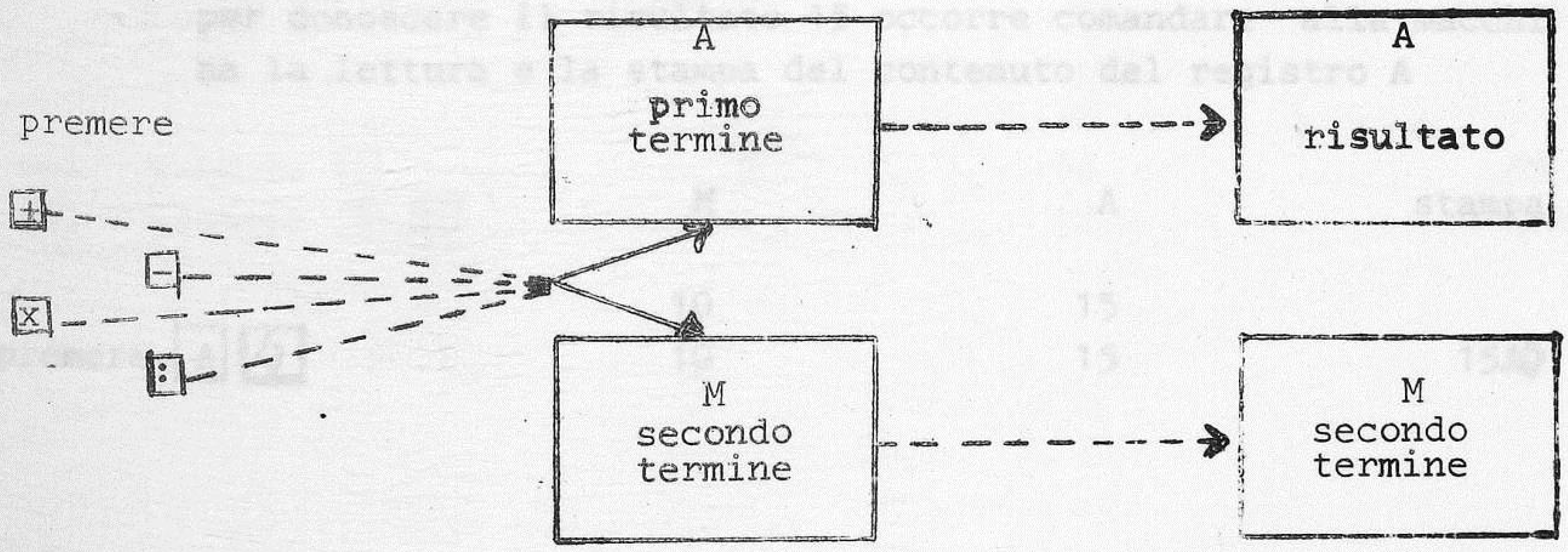
	M	A	stampa
impostare 25	25		
premere [↓]	25	25	25M↓
impostare 10	10	25	

2° problema:

- Agendo sui tasti

  [+] per l'addizione
  [−] per la sottrazione
  [x] per la moltiplicazione
  [:] per la divisione

  la macchina esegue la relativa operazione considerando come "operando primo termine" il numero che si trova nel registro A e come "operando secondo termine" quello che si trova **nel registro** M; il risultato si forma nel registro A e vi rimane impostato



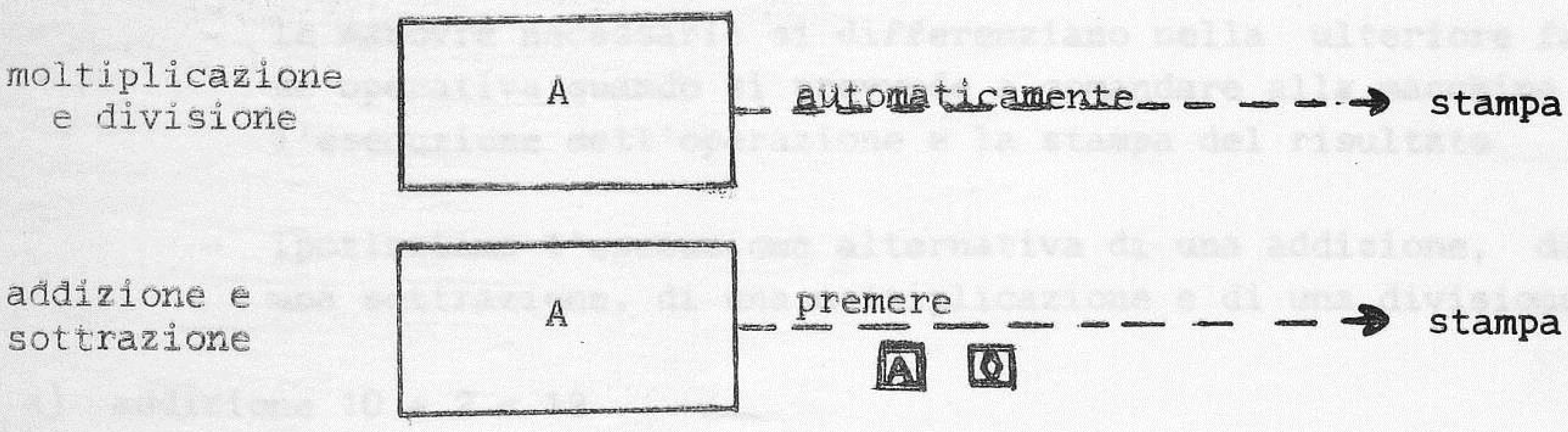
Proseguiamo con l'esempio:

- è ora necessario segnalare alla macchina quale operazione deve essere eseguita tra i numeri 25 e 10, rispettivamente immessi nei registri A ed M

	M	A	stampa
	10	25	
premere [-]	10	15	10M-

3° problema:

- il risultato della moltiplicazione e della divisione è automaticamente letto e stampato dalla macchina al termine della fase operativa; per conoscere il risultato dell'addizione e della sottrazione occorre abbassare il tasto di predisposizione [A] e successivamente il tasto [◊]; con questa manovra il numero che si trova nel registro A viene letto e stampato



Concludiamo l'esempio:

- per conoscere il risultato 15 occorre comandare alla macchina la lettura e la stampa del contenuto del registro A

	M	A	stampa
	10	15	
premere [A] [◊]	10	15	15A◊

Esecuzione delle quattro operazioni

		M	A	stampa
1)	impostare 10	10		
2)	premere [↓]	10	10	10M↓
3)	impostare 2	2	10	

- queste tre manovre consentono l'immissione del primo termine (nel nostro caso 10) nel registro A e del secondo termine (nel nostro caso 2) nel registro M

- è chiaro che a questo punto rimane ancora impregiudicata la scelta del tipo di operazione che la macchina deve eseguire tra questi due numeri

- questa fase operativa (manovre 1,2,3) costituisce il "momento preparatorio" comune ad ognuna delle quattro operazioni

- le manovre necessarie si differenziano nella ulteriore fase operativa quando si provvede a comandare alla macchina l'esecuzione dell'operazione e la stampa del risultato

- ipotizziamo l'esecuzione alternativa di una addizione, di una sottrazione, di una moltiplicazione e di una divisione:

a) addizione 10 + 2 = 12

		M	A	stampa
		2	10	
4a)	premere [+]	2	12	2M+
5a)	premere [A] [◊]	2	12	12A◊

b) sottrazione 10 - 2 = 8

	M	A	stampa
	2	10	
4a) premere [−]	2	8	2M-
5b) premere [A] [◊]	2	8	8A◊

c) moltiplicazione 10 x 2 = 20

	M	A	stampa
	2	10	
4c) premere [x]	2	20	2Mx 20A◊

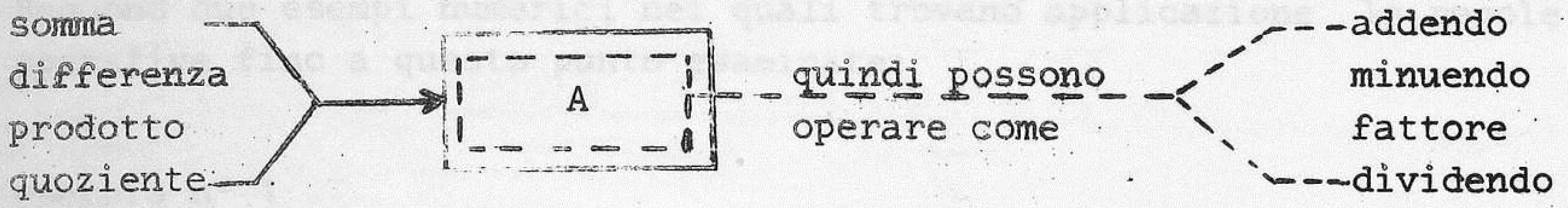
d) divisione 10 : 2 = 5

	M	A	stampa
	2	10	
4d) premere [:]	2	5	2M: 5A◊

<u>Concatenamenti tra le quattro operazioni</u>

Dall'esame degli esempi fatti risulta chiaro che dopo l'esecuzione dell'operazione il risultato di questa si trova nel registro A

- pertanto il risultato di una operazione può essere direttamente sfruttato come primo termine di una nuova operazione



Consideriamo la seguente espressione:

$$10 + 5 + 3 = 18$$

essa deriva dalla concatenazione di due operazioni semplici

$$10 + 5 + 3 = (10 + 5) + 3 = 15 + 3 = 18$$

le addizioni che debbono essere svolte sono due

10 + 5 = 15 e successivamente 15 + 3 = 18

e analogamente, per risolvere l'espressione:

$$\frac{8 + 5 - 1}{2} \times 3 = 18$$

la macchina deve eseguire quattro operazioni

una addizione 8 + 5 = 13
quindi
una sottrazione 13 - 1 = 12
quindi
una divisione 12 : 2 = 6
quindi
una moltiplicazione 6 x 3 = 18

si ravvisa facilmente che il risultato di ognuna di queste operazioni costituisce sempre il primo termine dell'operazione successiva e come tale, trovandosi già nel registro A, non deve essere reimpostato.

Seguono due esempi numerici nei quali trovano applicazione le regole operative fino a questo punto esaminate:

esempio n° 1

$$\frac{(3 \times 4 \times 2) + 6 - 8}{2} + 7 - 5 = 13$$

si desidera conoscere unicamente il risultato finale

sequenza operativa	M	A	stampa
3	3		
[↓]	3	3	3M ↓
4	4	3	
[x]	4	12	4M x 12A ◊
2	2	12	
[x]	2	24	2M x 24A ◊
6	6	24	
[+]	6	30	6M +
8	8	30	
[-]	8	22	8M -
2	2	22	
[:]	2	11	2M : 11A ◊
7	7	11	
[+]	7	18	7M +
5	5	18	
[-]	5	13	5M -
[A] [◊]	5	13	13A ◊

esempio n° 2

$$\frac{(5 + 2 - 3) \times 6 \times 2 + 8}{4} = 14$$

si desidera conoscere il risultato delle operazioni che si trovano al numeratore ed il risultato finale

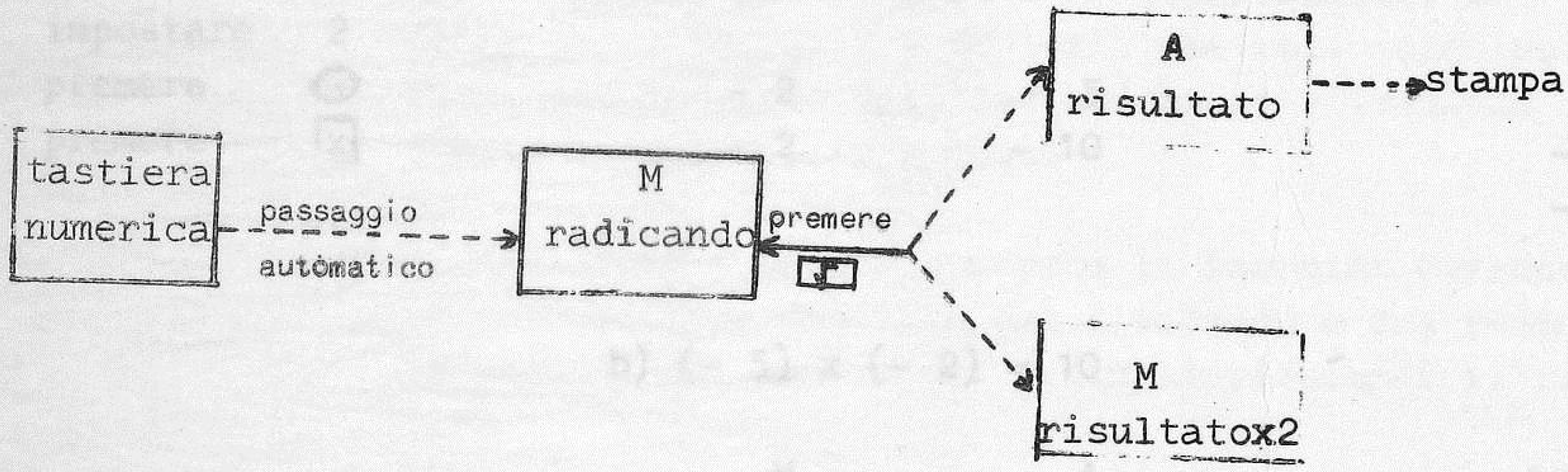
sequenza operativa

	M	A	stampa
5	5		
[↓]	5	5	5M↓
2	2	5	
[+]	2	7	2M +
3	3	7	
[−]	3	4	3M −
6	6	4	
[x]	6	24	6M x 24A ◊
2	2	24	
[x]	2	48	2M x 48A ◊
8	8	48	
[+]	8	56	8M +
[A] [◊]	8	56	56A ◊
4	4	56	
[:]	4	14	4M : 14A ◊

L'operazione di radice quadrata

La macchina esegue automaticamente e direttamente la radice quadrata di un numero seguendo questo schermo operativo:

- il radicando deve trovarsi nel registro M
- si avvia l'operazionee premendo il tasto [√]
- il risultato si forma nel registro A e viene automaticamente stampato
- al termine dell'operazione nel registro M si trova il risultato moltiplicato per due



esempio:

$\sqrt{9} = 3$

	M	A	stampa
1) impostare 9	9		
2) premere [√]	6	3	9M √ 3A ◊

Operazioni con numeri negativi

La macchina esegue operazioni con numeri positivi e negativi rispettando le normali regole algebriche.

- per impostare sulla tastiera un numero negativo occorre abbassare il tasto ⊖ prima di iniziarne la scrittura o subito dopo

esempio:

a) 5 x (- 2) = - 10

		M	A	stampa
impostare	5	5		
premere	[↓]	5	5	5M↓
impostare	2			
premere	(−)	- 2	5	
premere	[x]	- 2	- 10	- 2Mx
				-10A◊

b) (- 5) x (- 2) = 10

		M	A	stampa
premere	(−)			
impostare	5	- 5		
premere	[↓]	- 5	- 5	- 5M↓
premere	(−)			
impostare	2	- 2	- 5	
premere	[x]	- 2	10	- 2Mx
				10A◊

<u>Operazioni con numeri decimali e funzionamento della ruota dei decimali</u>

La macchina esegue operazioni con numeri decimali incolonnandoli automaticamente e calcolandoli aritmeticamente operando su tutti i decimali impostati

- per impostare sulla tastiera un numero decimale occorre abbassare il tasto (,) al posto della virgola

I risultati delle operazioni che si formano e vengono letti nel registro A, indipendentemente dalla struttura aritmetica dei dati di partenza, hanno tanti decimali quanti ne indica la ruota dei decimali

- questo comando ha sedici posizioni (da 0 a 15) e permette di determinare il numero dei decimali che si desidera ottenere al risultato delle cinque operazioni che la macchina esegue

- in addizione, sottrazione e moltiplicazione, la macchina opera su tutti i decimali presenti calcolando il risultato completo dell'operazione ed eliminando da questo i decimali in eccesso

- in divisione e radice quadrata la macchina corregge la composizione decimale del dividendo e del radicando in ragione del numero dei decimali richiesti al risultato

- il risultato che si ottiene è pertanto sempre esatto e scevro da qualsiasi approssimazione

per esempio nell'operazione

1,123456789 x
1,123456789 =

il risultato che la macchina fornisce è 1 , 262 155 156 750 190 521

se ruota 15

se ruota 12

se ruota 9

se ruota 6

se ruota 3

se ruota 0

esempio:

a) 3,124 - 5 = - 1,876

si desidera ottenere il risultato con un decimale

		M	A	stampa
ruota	[1]			
impostare	3			
premere	(,)			
impostare	124	3,124		
premere	[↓]	3,124	3,124	3,124M↓
impostare	5	5	3,124	
premere	[−]	5	-1,8	5M−
premere	[A] [◊]	5	-1,8	- 1,8A◊

b) 7 : (- 12,5) = - 0,560

si desidera ottenere il risultato con tre decimali

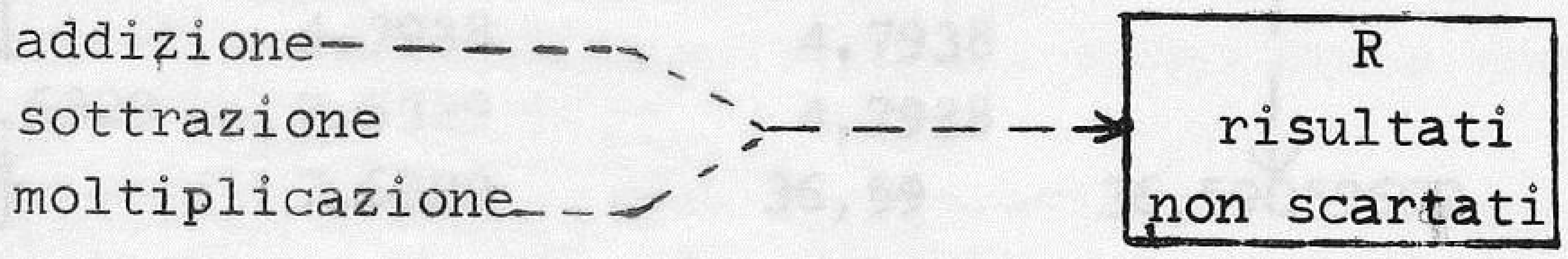
		M	A	stampa
ruota	[3]			
impostare	7	7		
premere	[↓]	7	7	7M↓
premere	(−)			
impostare	12			
premere	(,)			
impostare	5	- 12,5	7	
premere	[:]	- 12,5	- 0,560	- 12,5M: - 0,560A◊

Il registro R

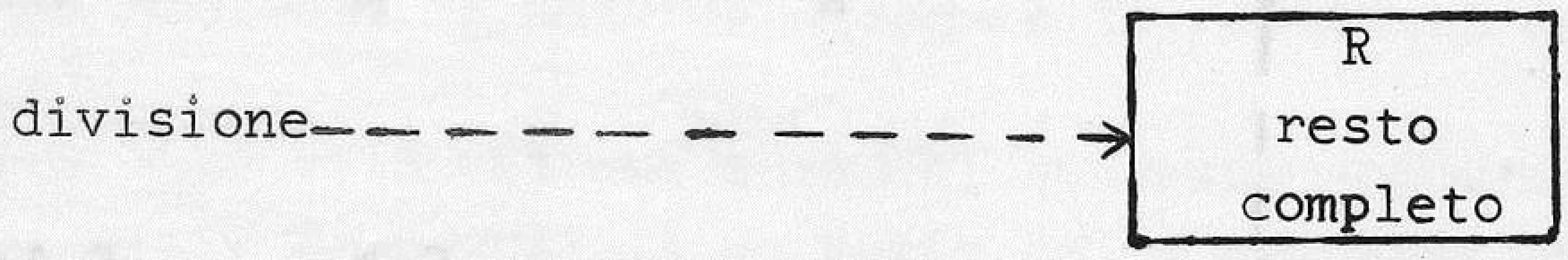
Il registro R è operativo come i registri A ed M, e come questi partecipa all'esecuzione delle operazioni.

Alla conclusione delle fasi operative delle varie operazioni il registro R contiene determinati dati che possono essere letti ed eventualmente utilizzati ai fini dei calcoli che la macchina esegue

- al termine della addizione, sottrazione e moltiplicazione il registro R contiene il risultato di queste operazioni non scartato, vale a dire con tutti i decimali che gli derivano dalla struttura aritmetica dei dati impostati, indipendentemente dalla posizione della ruota dei decimali



- al termine della divisione il registro R contiene il resto dell'operazione con tutti i decimali che sono stati impostati al dividendo più quelli eventualmente aggiunti dalla macchina in esecuzione di quanto indicato dalla ruota dei decimali



- al termine della radice quadrata il registro R contiene il resto dell'operazione moltiplicato per 10



esempio:

a) 4,7938 x 7,6329 = 36,59059602

si desidera ottenere il risultato con due decimali

		M	A	R	stampa
ruota	[2]				
impostare	4,7938	4,7938			
premere	[↓]	4,7938	4,7938		4,7938M↓
impostare	7,6329	7,6329	4,7938		
premere	[x]	7,6329	36,59	36,59059602	7,6329Mx
					36,59 A◇

b) (- 4,2) : (- 5,12) = 0,8203

si desidera ottenere il risultato con quattro decimali

		M	A	R	stampa
ruota	[4]				
impostare	- 4,2	- 4,2			
premere	[↓]	- 4,2	- 4,2		- 4,2M↓
impostare	- 5,12	- 5,12	- 4,2		
premere	[:]	- 5,12	0,8203	0,000064	- 5,12M:
					0,8203A◇

c) $\sqrt{27} = 5$

si desidera ottenere il risultato senza decimali

		M	A	R	stampa
ruota	[0]				
impostare	27	27			
premere	[√]	10	5	20	27M√
					5A◇

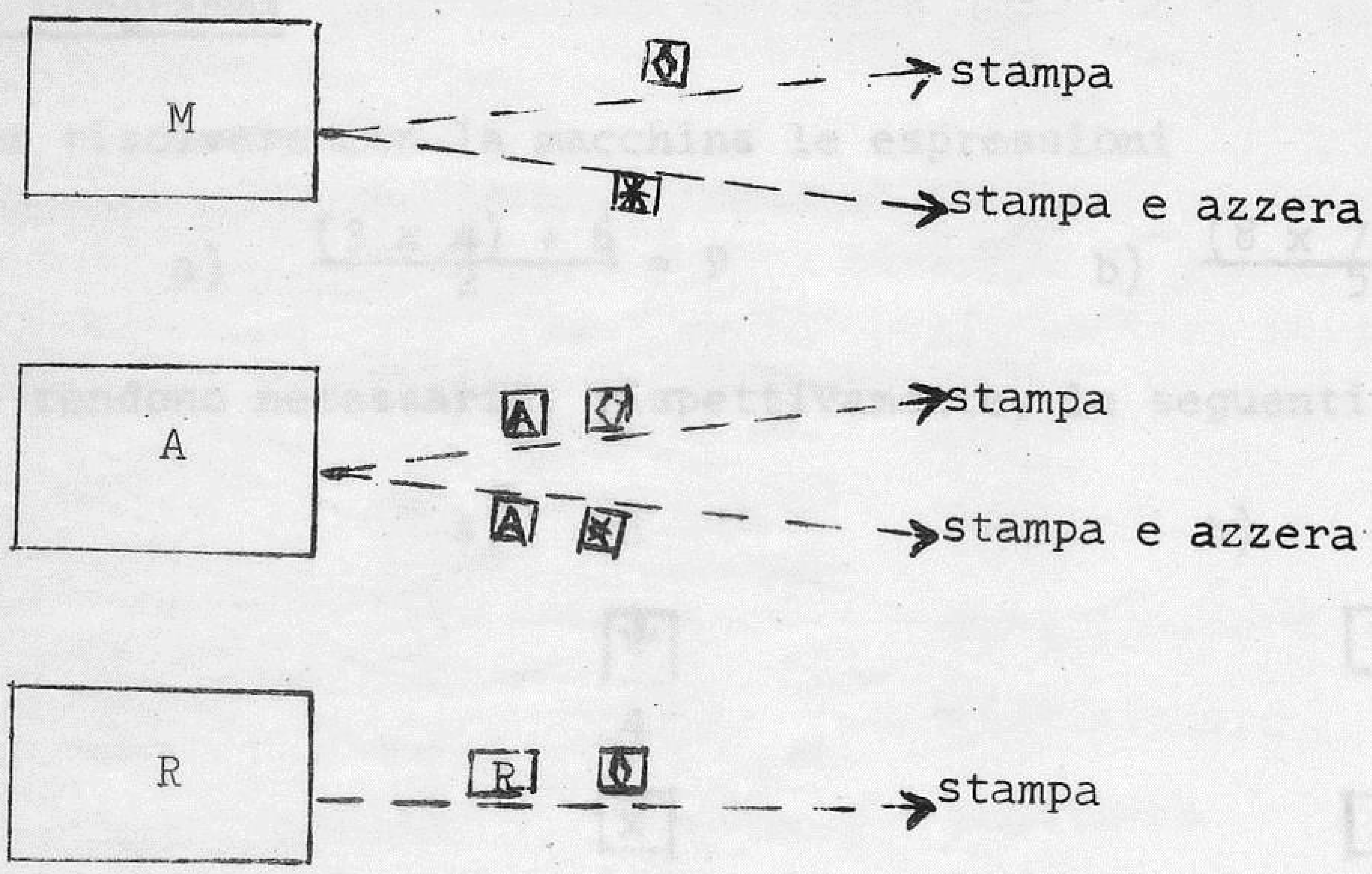
Capacità dei registri operativi

I registri A, M ed R possono contenere un numero di ventidue cifre più la virgola ed il segno eventuali

22 cifre		
. . . .	virgola	segno

- la capacità della macchina è pertanto 22 x22
- i dati che si impostano sulla tastiera ed i risultati che si formano nel registro A possono avere come massimo 22 cifre
- la macchina non esegue le operazioni che comportano risultati con più di 22 cifre
- è bene ricordare che nel caso di addizioni, sottrazioni e moltiplicazioni l'eventuale scarto predisposto con la ruota dei decimali avviene soltanto quando il risultato si è formato nel registro A
- perciò l'operazione 345678,7876589459 x 765,7438 non può essere eseguita dalla macchina pur posizionando la ruota dei decimali in modo da ottenere il risultato senza decimali
- nel caso di divisioni e radici quadrate occorre tener presente la necessità da parte della macchina di modificare alle volte la composizione del dividendo o del radicando in ragione del numero di decimali che si richiedono al risultato
- per esempio la macchina non può eseguire l' operazione 4356 : 567,7842 se i decimali richiesto sono quindici

Manovre di stampa e azzeramento dei registri operativi



Annulatore generale ed annullatore dell'ultimo numero impostato

Agendo sui tasti:

AG → si annulla l'impostazione di tutti i registri

AN → si annulla l'ultimo numero impostato

I L   C A L C O L O   A U T O M A T I C O

Il programma

Per risolvere con la macchina le espressioni

a) $\frac{(3 \times 4) + 6}{2} = 9$ b) $\frac{(8 \times 7) + 9}{5} = 13$

si rendono necessarie, rispettivamente, le seguenti manovre manuali:

a)	b)
3	8
[↓]	[↓]
4	7
[x]	[x]
6	9
[+]	[+]
2	5
[:]	[:]

tali manovre, e quelle di ogni altra sequenza operativa, possono essere distinte in due diversi raggruppamenti:

- manovre di abbassamento di tasti numerici
- manovre di abbassamento di tasti operativi

tenendo conto di questa distinzione, riscriviamo le due sequenze operative:

	tasti numerici	tasti operativi		tasti numerici	tasti operativi
a)	3	[↓]	b)	8	[↓]
	4	[x]		7	[x]
	6	[+]		9	[+]
	2	[:]		5	[:]

ed ora, confrontandole, possiamo notare come esse si differenzino nella parte numercia ma non in quella operativa.

Pur presentando dati numerici diversi, le espressioni a) e b) prevedono infatti la risoluzione di una uguale successione di operazioni aritmetiche: la macchina pertanto, in ambedue i casi, deve eseguire una identica elaborazione operativa anche se con dati e risultati numerici diversi.

Ciò significa che la macchina per risolvere una espressione del tipo a) e b), quali che siano i dati numerici da elaborare, deve comunque svolgere un determinato "lavoro" articolantesi in una successione di operazioni tra loro coordinate:

[↓] - - - - - - - → introdurre in A
[x] - - - - - - - → moltiplicare
[+] - - - - - - - → addizionare
[:] - - - - - - - → dividere

per poter eseguire questo ed ogni altro lavoro, la macchina deve essere adeguatamente "istruita"; le istruzioni possono esserle fornite in due modi:

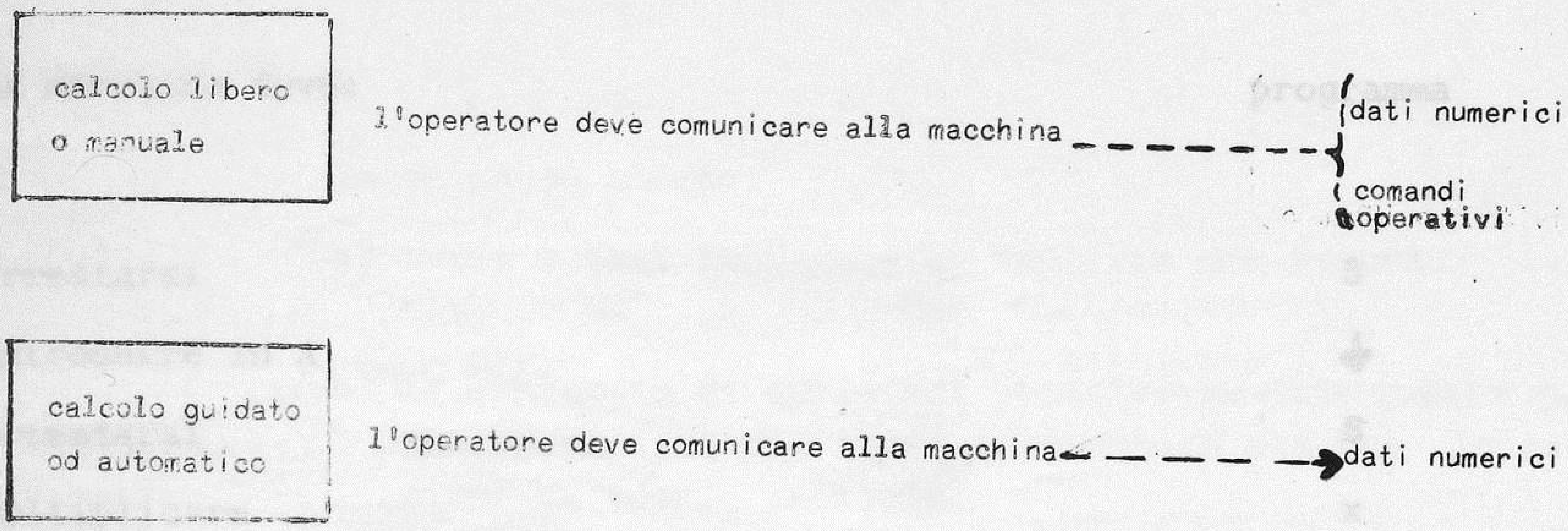
- passo passo dalla tastiera abbassando gli opportuni tasti operativi e ripetendo le medesime manovre ogni qualvolta occorra fare eseguire alla macchina più di una volta la stessa successione di operazioni come nel caso delle espressioni a) e b) (calcolo libero o manuale)
- in blocco una volta per tutte per mezzo del programma (calcolo guidato od automatico)

Che cos'è un programma?

è un complesso di istruzioni operative atte ad indicare alla macchina la successione delle operazioni che debbono essere eseguite per risolvere un certo tipo di calcolo, indipendentemente dai valori numerici dei dati su cui si opera.

La macchina dopo aver memorizzato un programma è in grado di eseguire automaticamente e ripetutamente le istruzioni in esso contenute.

Pertanto quando si opera in calcolo guidato, a differenza di come abbiamo fatto fino ad ora per il calcolo libero, l'operatore deve preoccuparsi unicamente della impostazione dei dati numerici del problema che la macchina sta calcolando



affinchè l'operatore possa impostare i dati numerici, è necessario che la macchina si arresti interrompendo il lavoro automatico che sta svolgendo; ciò si ottiene programmando insieme alle normali istruzioni operative, una o più istruzioni di "stop di programma" opportunamente posizionate.

L'utilità di operare in calcolo guidato diventa rilevante quando la macchina debba eseguire più calcoli che comportino la risoluzione della medesima successione di operazioni pur presentando dati numerici diversi.

Compiliamo ora il programma che deve essere introdotto in macchina perchè questa possa eseguire automaticamente i calcoli richiesti per la risoluzione delle espressioni a) e b) e di quante altre prevedano la stessa successione operativa.

Compilare un programma signfica determinare il lavoro che la macchina deve svolgere, articolandolo in una sequenza coordinata di operazioni

- ad ogni operazione corrisponde una particolare istruzione
- l'insieme delle istruzioni formano il programma

la macchina deve:	programma
arrestarsi	S
introdurre in A	↓
arrestarsi	S
moltiplicare	x
arrestarsi	S
addizionare	+
arrestarsi	S
dividere	:

Calcolo libero e calcolo guidato: operazioni di stampa e di azzeramento

Calcolo libero:

- la macchina stampa
  a) tutti i dati impostati in tastiera, i simboli dei registri interessati al calcolo e quelli delle operazioni eseguite
  b) il contenuto del registro A dopo la moltiplicazione, divisione e radice quadrata
  c) il contenuto di qualsiasi registro mediante una manovra di totale parziale o generale effettuata manualmente in tastiera; il totale generale azzera il registro; non è possibile azzerare il registro R

[*] - - - - - - - - - - → stampa e azzera

[◊] - - - - - - - - - - → stampa e non azzera

[R] [*] - - - - - - - - - → opera come [R] [◊]

Calcolo guidato:

- la macchina stampa

  a) tutti i dati impostati in tastiera con accanto il simbolo MS

  b) il contenuto di qualsiasi registro se ed in quanto questa operazione sia stata programmata con una istruzione di totale parziale

- per ottenere l'azzeramento di un registro occorre programmare la relativa istruzione di totale generale che non comporta la stampa di quanto vi è contenuto; il registro R non può essere azzerato

[*] - - - - - - - - - - → azzera e non stampa

[◊] - - - - - - - - - - → stampa e non azzera

[R] [*] - - - - - - - - - → non opera

Le istruzioni di apertura e chiusura del programma

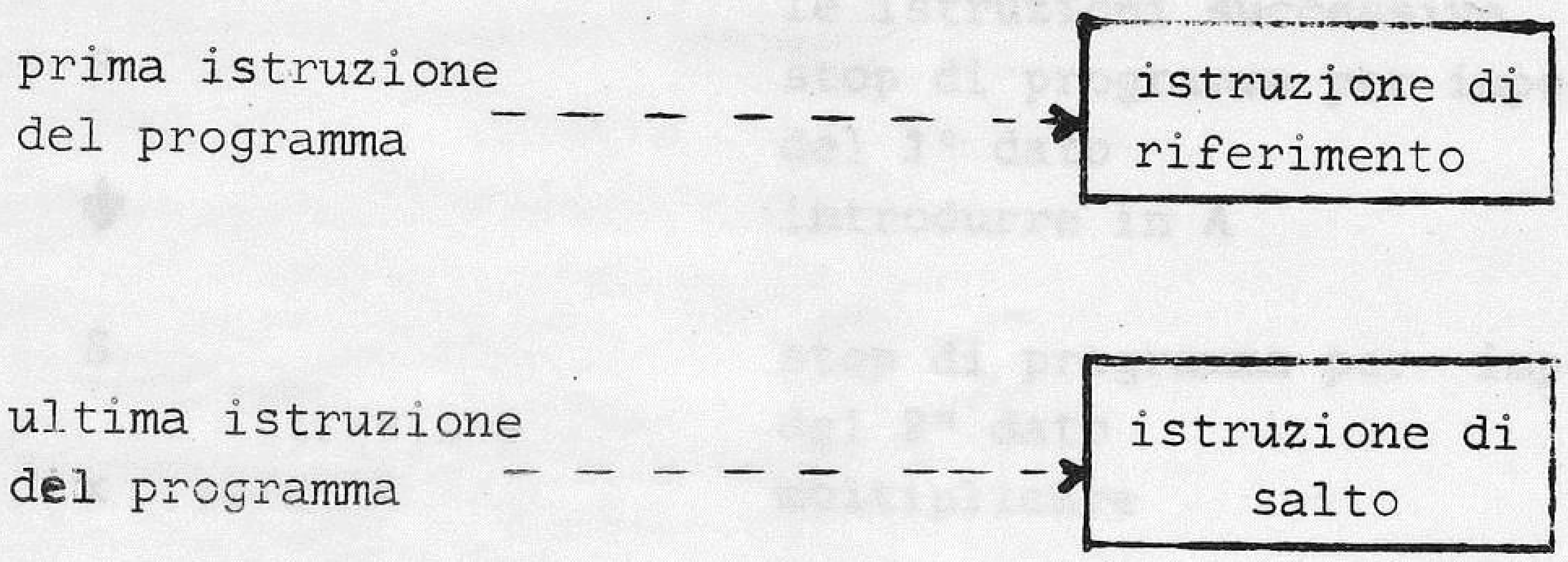
Il programma che abbiamo compilato, pur essendo operativamente completo, deve essere corredato di due ulteriori istruzioni tra loro collegate.

Queste due istruzioni possono essere scelte tra le molte dello stesso tipo e con le medesime caratteristiche che è possibile programmare.

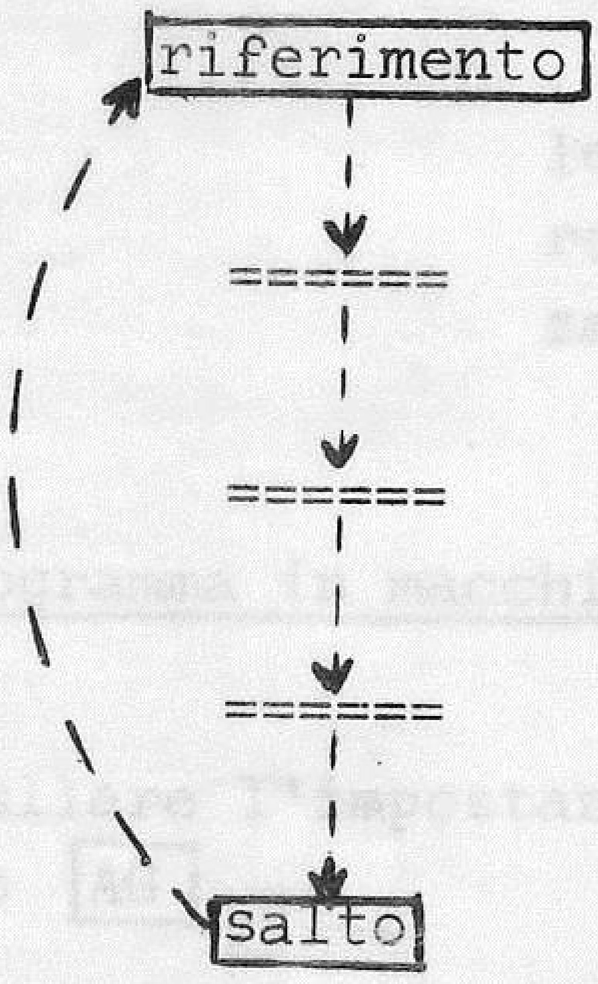
Scegliamo per esempio Z ed AZ ed esaminiamone brevemente la funzione

- quando la macchina incontra nel programma l'istruzione di salto Z, ricerca l'istruzione di riferimento AZ e ricomincia ad operare eseguendo le istruzioni successive

Ogni programma deve sempre avere come ultima istruzione una istruzione di salto e come prima istruzione la relativa istruzione di riferimento



Quando la macchina porta a termine la sequenza operativa dal prevista dal programma trova l'istruzione di salto e ritorna automaticamente al l'istruzione di riferimento iniziale, ponendosi così in condizione di poter ripetere l'esecuzione delle operazioni programmate



Completiamo il programma che abbiamo preparato, inserendo le istruzioni di salto e riferimento e l'istruzione A◊, sempre necessaria nel calcolo guidato per ottenere la stampa del contenuto del registro A e quindi, nel nostro caso, il risultato finale delle operazioni che la macchina esegue

programma	significato per la macchina
AZ	fermarsi arrivando da Z ed eseguire le istruzioni successive
S	stop di programma per impostazione del 1° dato
↓	introdurre in A
S	stop di programma per impostazione del 2° dato
x	moltiplicare
S	stop di programma per impostazione del 3° dato
+	addizionare
S	stop di programma per impostazione del 4° dato
:	dividere
A◊	leggere e stampare il contenuto del registro A
Z	saltare al riferimento AZ

<u>Introduzione del programma in macchina</u>

- per annullare l'impostazione di tutti i registri si preme il tasto [AG]
- per predisporre la macchina a ricevere il programma si abbassa il pulsante [RP]
- il programma si introduce in macchina dalla tastiera premendo successivamente e nello stesso ordine i tasti operativi relativi alle istruzioni da compilare
- la macchina memorizza le istruzioni introdotte e contemporaneamente provvede a stamparle, offrendo così la possibilità di controllare l'esattezza delle manovre effettuate
- per annullare l'ultima istruzione erroneamente impostata si preme il tasto [AN]
- per far riaquistare alla macchina il normale assetto di lavoro si rialza il pulsante [RP]

Ritorniamo al nostro esempio ed elenchiamo le manovre che occorre compiere per introdurre in macchina il programma preparato

programma	manovre d'introduzione		stampa
	premere	[AG]	
	abbassare	[RP]	
AZ	premere	[A] [Z]	AZ
S	"	[S]	MS
↓	"	[↓]	M↓
S	"	[S]	MS
x	"	[x]	Mx
S	"	[S]	MS
+	"	[+]	M+
S	"	[S]	MS
:	"	[:]	M:
A◊	"	[A] [◊]	A◊
Z	"	[Z]	MZ
	rialzare	[RP]	

come è facile riscontrare, da quanto la macchina stampa è possibile ricostruire il programma che è stato memorizzato.

<u>I registri del programma</u>

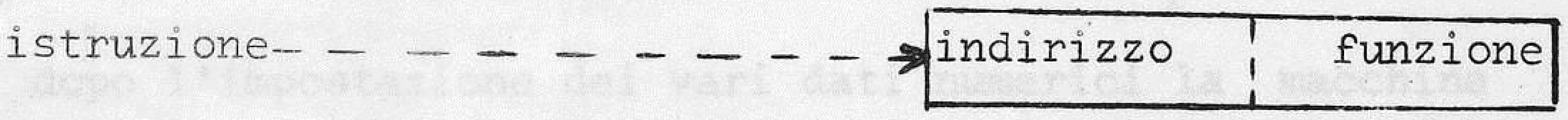
Il programma che viene introdotto in macchina con le modalità esaminate è ricevuto e memorizzato da due appositi registri distinti ed autonomi rispetto ai tre che già conosciamo

- la tastiera si collega automaticamente con i registri programma abbassando il tasto di predisposizione [RP]
- questi due registri possono contenere 24 istruzioni ciascuno, complessivamente 48 istruzioni



ogni istruzione è quasi sempre costituita da due parti

- la parte "indirizzo" che seleziona il registro su cui la macchina deve operare; in assenza di questa indicazione, la macchina seleziona automaticamente il registro M
- la parte "funzione" che indica l'operazione che la macchina deve eseguire; alcune istruzioni particolari non si riferiscono direttamente, nè esplicitamente nè implicitamente, ai contenuti dei registri e pertanto sono costituite unicamente da questa seconda parte



per esempio:

istruzione	indirizzo	funzione	
A◊	A	◊	= leggere e stampare il contenuto del registro A
R◊	R	◊	= leggere e stampare il contenuto del registro R
◊	(M)	◊	= leggere e stampare il contenuto del registro M
+	(M)	+	= addizionare il contenuto del registro M
Z	---	Z	= saltare al riferimento AZ
AZ	---	AZ	= fermarsi arrivando da Z ed eseguire le istruzioni successive

Il programma che abbiamo compilato ed introdotto in macchina è composto da 11 istruzioni che occupano le prime 11 posizioni del 1° registro programma (rimangono inutilizzate 37 posizioni: le residue 13 del 1° registro più tutte le 24 del 2°)

Esecuzione del programma

La macchina esegue automaticamente in successione le istruzioni memorizzate operando sui dati che l'operatore imposta in tastiera ad ogni stop del programma

- premendo il tasto corrispondente all'istruzione di salto che chiude il programma memorizzato la macchina inizia ad operare partendo dalla prima istruzione e si arresta per ricevere l'impostazione manuale del primo dato numerico; se il calcolo che è stato programmato deve essere eseguito più di una volta non è necessario ripetere questa manovra perchè la macchina si porta automaticamente sulla prima istruzione del programma in esecuzione dell'istruzione finale di salto

- dopo l'impostazione dei vari dati numerici la macchina riprende ad operare secondo le ulteriori istruzioni del programma premendo il tasto [S] (questo tasto adoperato nella fase di esecuzione del programma ha la funzione di "start", adoperato nella fase di compilazione delle istruzioni ha il significato di "stop")

Riprendiamo e concludiamo l'esempio elencando le manovre che l'operatore deve compiere per fare eseguire dalla macchina il calcolo automatico delle espressioni a) e b)

a) $$\frac{(3 \times 4) + 6}{2} = 9$$

	manovre d'esecuzione	stampa
	premere [Z]	
(1° arresto)	impostare 3 premere [S]	3MS
(2° ")	" 4 " [S]	4MS
(3° ")	" 6 " [S]	6MS
(4° ")	" 2 " [S]	2MS
		9A◊

b) $\frac{(8 \times 7) + 9}{5} = 13$

	manovre d'esecuzione	stampa
(1° arresto)	impostare 8 premere [S]	8MS
(2° ")	" 7 " [S]	7MS
(3° ")	" 9 " [S]	9MS
(4° ")	" 5 " [S]	5MS
		13A◊

<u>Interruzione del programma per uso manuale della macchina</u>

Quando la macchina si arresta per una istruzione di stop del programma in corso di esecuzione, l'operatore può usarla in modo manuale ed autonomo avendo l'avvertenza di non interessare i registri che contengono i dati inerenti al calcolo programmato interrotto.

L'operatore può riavviare in qualsiasi momento l'esecuzione del programma agendo sul tasto [S] : la macchina riprende ad operare in calcolo guidato eseguendo le istruzioni successive a quella di stop su cui si era arrestata.

Segnalazioni luminose rosse e verdi

- la luce verde accesa segnala il corretto funzionamento della macchina
- la luce rossa accesa segnala il verificarsi di una qualche condizione che impedisce il corretto funzionamento della macchina (per esempio il superamento della capacità di un registro)
- durante la fase di introduzione del programma debbono essere spente entrambe le luci

Disattivazione di sicurezza della tastiera

- quando vengono abbassati due tasti contemporaneamente la tastiera si disattiva automaticamente rifiutando ulteriori comandi
- per riattivare la tastiera è necessario premere l'apposito pulsante situato sul frontespizio della macchina

I REGISTRI DI DEPOSITO

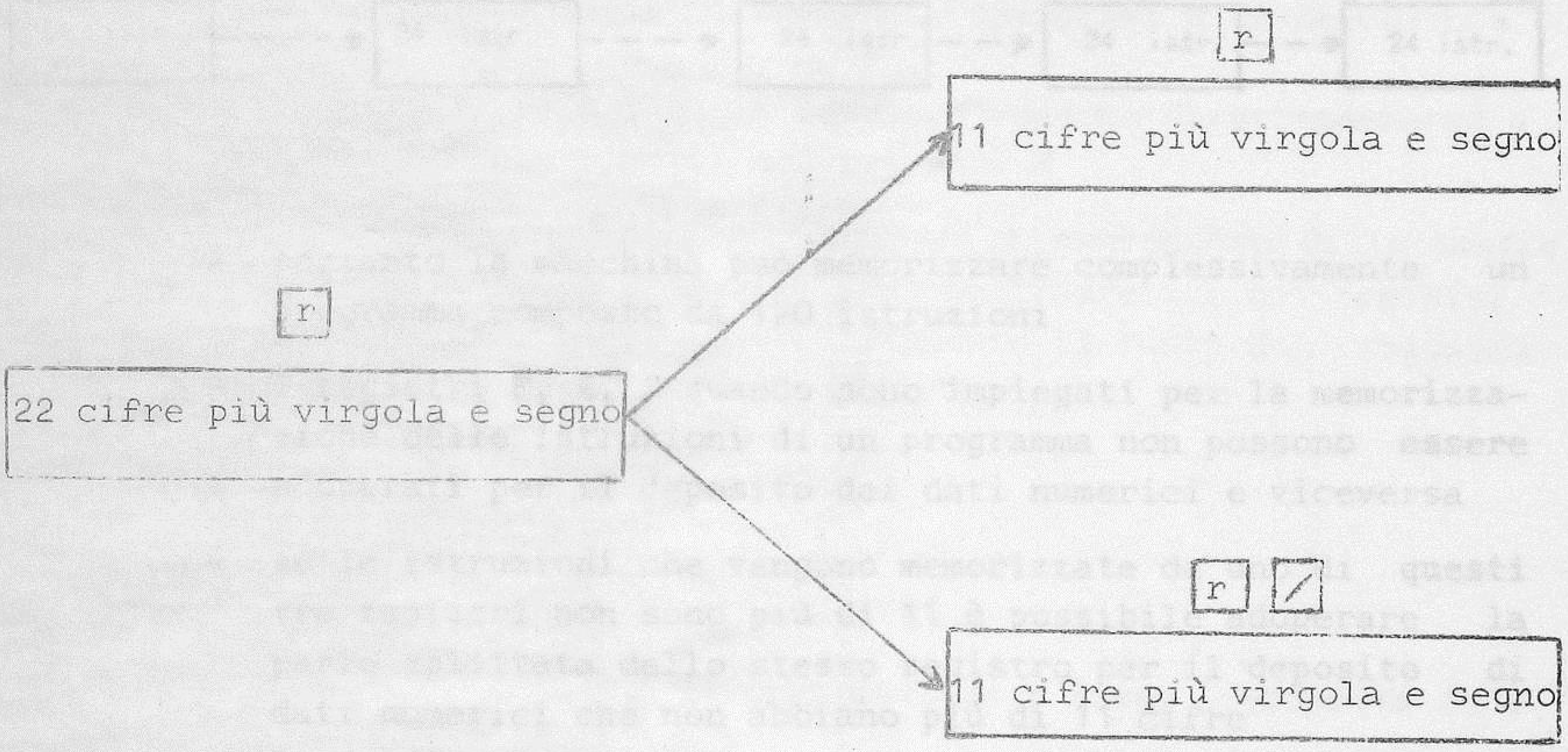
I registri B, C, D, E, F

- ciascuno di questi registri è autonomo ed indipendente rispetto agli altri oltre che nei confronti dei tre registri operativi e dei due registri programma
- questi registri possono contenere solo un numero per volta che viene conservato fino all'immissione di un nuovo numero che cancella e sostituisce il precedente (caratteristica propria anche dei tre registri operativi)
- essi non partecipano direttamente all'esecuzione delle operazioni ma hanno la funzione di ricevere e conservare "in deposito" quei dati numerici che la macchina deve successivamente utilizzare per il calcolo che sta eseguendo
- i registri di deposito B, C, D, E, F evitano all'operatore le reimpostazioni e permettono di automatizzare i calcoli più complessi

Capacità dei registri di deposito e splittaggio

- i registri di deposito possono contenere un numero di 22 cifre più la virgola ed il segno eventuali, come i registri operativi
- ogni registro di deposito può essere splittato in due parti ciascuna delle quali ha la capacità di 11 cifre più virgola e segno e può essere adoperata in modo autonomo rispetto all'altra
- pertanto i 5 registri di deposito con capacità 22 possono al limite essere trasfromati in 10 registri di deposito con capacità 11

- per selezionare un registro splittato occorre abbassare il tasto [/] dopo quello [r] del registro di deposito([r] = = [B] , [C] , [D] , [E] , [F] ,)



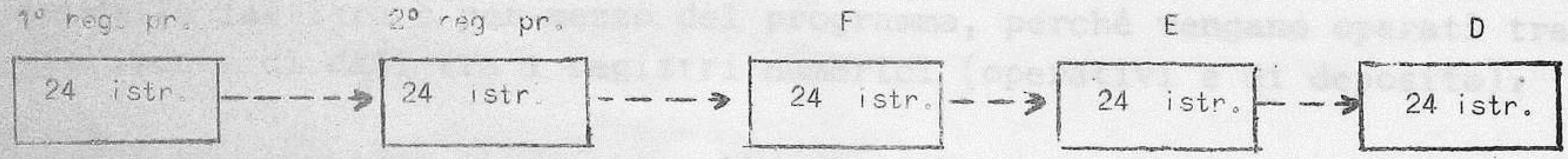
- la macchina rifiuta di immettere un nuovo numero in una delle due parti di un registro splittato quando nel registro già si trovi un numero con più di 11 cifre

<u>I registri di deposito ed il programma</u>

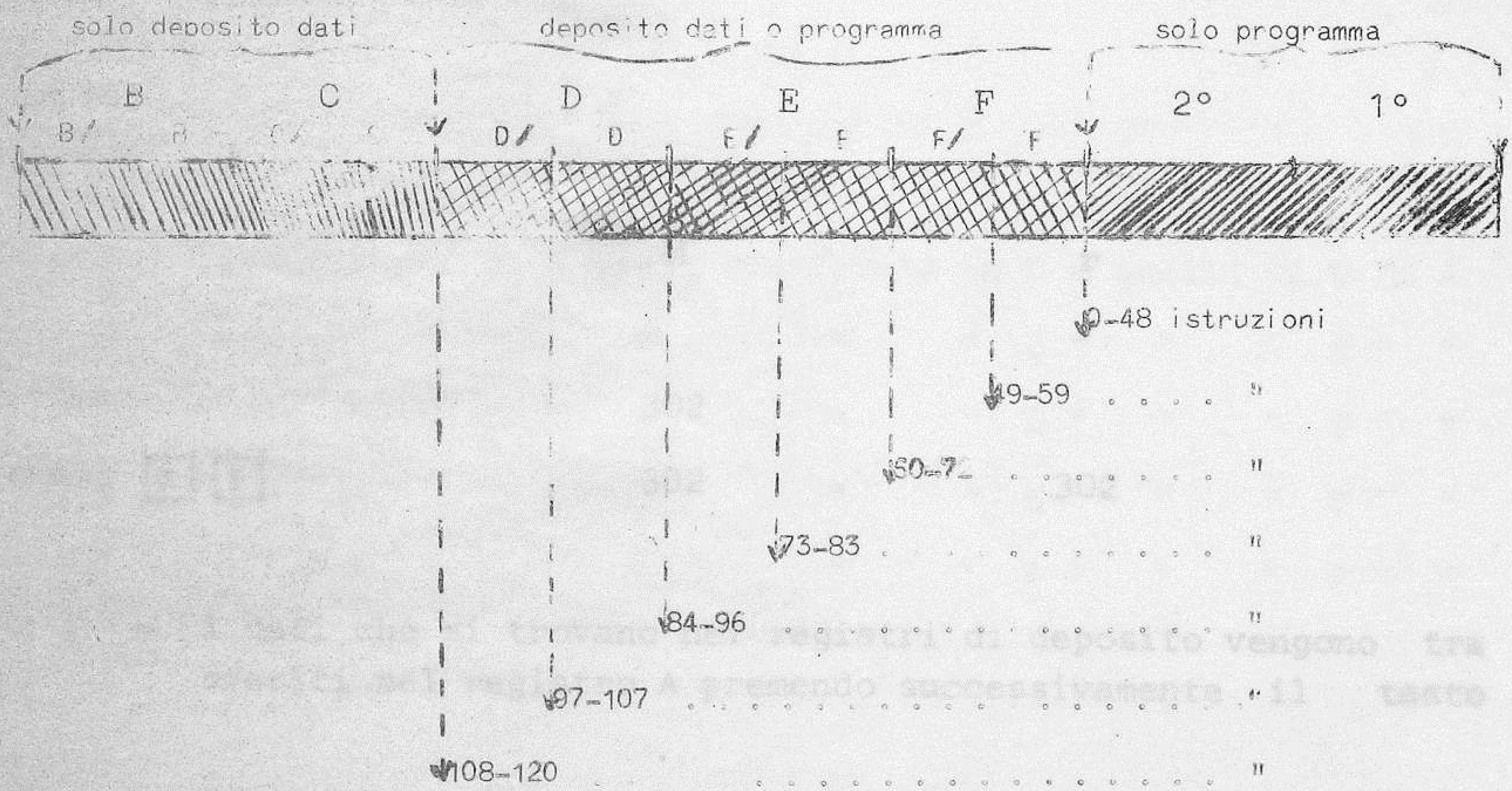
- le istruzioni di un programma introdotto in macchina vengono ricevute e memorizzate dai 2 registri programma che ne possono contenere un massimo di 48

- le istruzioni successive alle prime 48 vengono automaticamente ricevute e memorizzate dai registri F, E, D, ognuno

dei quali può contenere 24 istruzioni come i registri programma



- pertanto la macchina può memorizzare complessivamente un programma composto da 120 istruzioni
- i registri F, E, D quando sono impiegati per la memorizzazione delle istruzioni di un programma non possono essere adoperati per il deposito dei dati numerici e viceversa
- se le istruzioni che vengono memorizzate da uno di questi tre registri non sono più di 11 è possibile adoperare la parte splittata dello stesso registro per il deposito di dati numerici che non abbiano più di 11 cifre
- la disponibilità dei registri deposito dati rispetto alla dimensione del programma memorizzato è la seguente



Collegamenti tra i registri

Esaminiamo ora quali istruzioni occorre dare alla macchina, direttamente dalla tastiera o per mezzo del programma, perchè vengano operati trasferimenti di dati tra i registri numerici (operativi e di deposito).

- i numeri impostati sulla tastiera vengono direttamente ed automaticamente immessi nel registro M
- i dati che si trovano nel registro M (provenienti dalla tastiera o dagli altri registri) vengono trasferiti nei registri di deposito premendo successivamente il tasto del registro selezionato ed il tasto [↑]

istruzione

B ↑	il contenuto di M viene trasferito in B
C ↑	" " " " " " " C
D ↑	" " " " " " " D
E ↑	" " " " " " " E
F ↑	" " " " " " " F

esempio:

	M	r
	302	
premere [r] [↑]	302	302

- i dati che si trovano nei registri di deposito vengono trasferiti nel registro A premendo successivamente il tasto

del registro selezionato ed il tasto [↓]

istruzioni

B ↓	il contenuto di B viene trasferito in A
C ↓	" " " C " " " "
D ↓	" " " D " " " "
E ↓	" " " E " " " "
F ↓	" " " F " " " "

esempio:

	A	r
		107
premere [r] [↓]	107	107

- i dati che si trovano rispettivamente nel registro A ed in uno dei registri di deposito vengono scambiati tra loro premendo successivamente il tasto del registro selezionato ed il tasto [↕]

istruzioni

B ↕	il contenuto di A viene trasferito in B e quello di B in A
C ↕	" " " " " " " C " " " C " "
D ↕	" " " " " " " D " " " D " "
E ↕	" " " " " " " E " " " E " "
F ↕	" " " " " " " F " " " F " "

esempio:

	A	r
	208	409
premere [r] [↕]	409	208

- la macchina esegue le stesse operazioni di trasferimento con i registri di deposito splittato premendo successiva mente il tasto del registro selezionato ed il tasto [/] oltre a quello che comanda l'operazione di trasferimento che si desidera venga effettuata

istruzioni

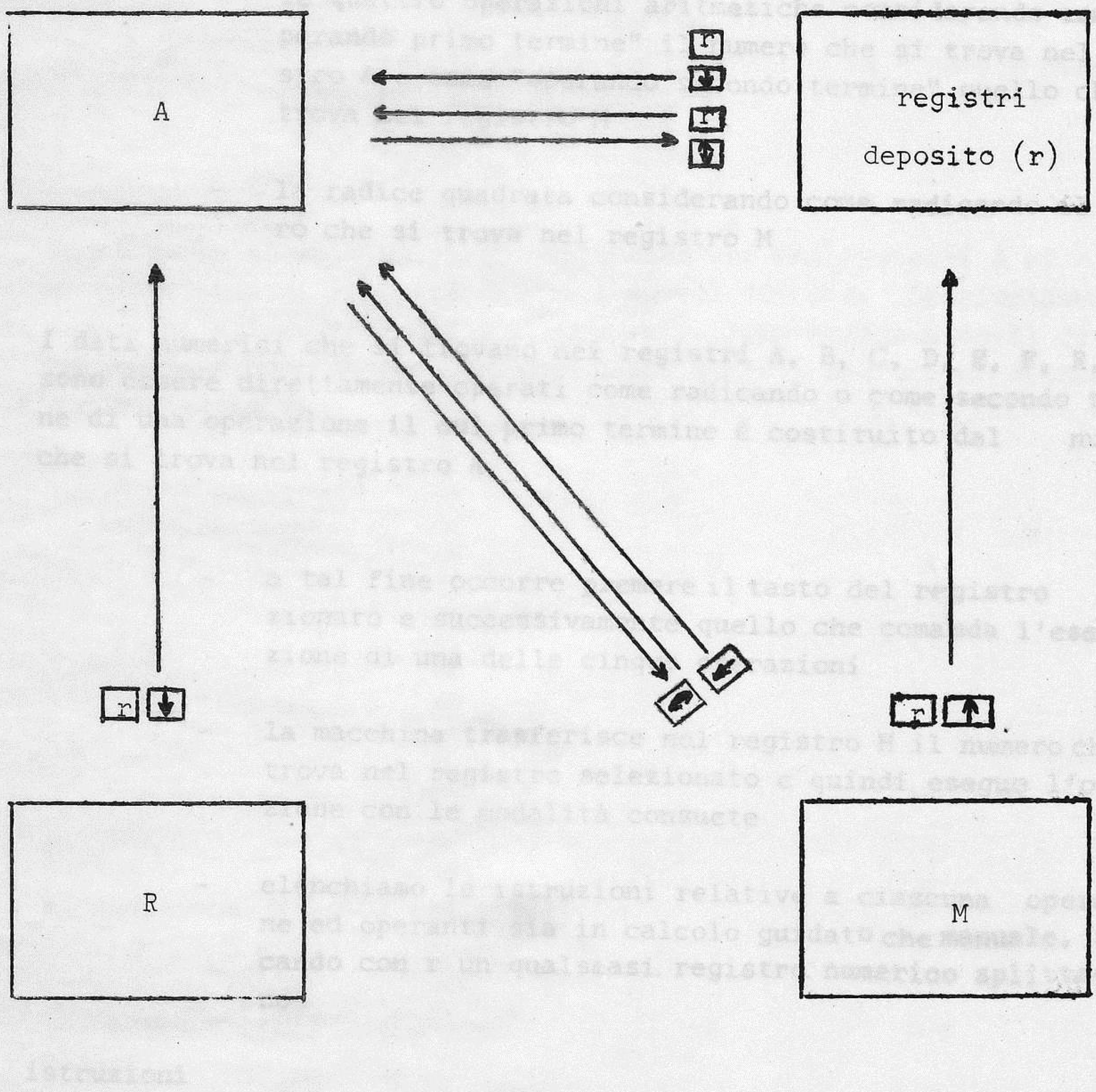
r/ ↑	il contenuto di M viene trasferito in r/
r/ ↓	" " " r/ " " " A
r/ ↕	" " " A " " " r/
	e quello di r/ in A

- la macchina esegue operazioni di trasferimento anche tra i registri A, M, R; le istruzioni operative mancanti dell'indirizzo sottintendono la selezione del registro M

istruzioni

↓	il contenuto di M viene trasferito in A
↕	" " " A " " " M
	e quello di M in A
R ↓	il contenuto di R viene trasferito in A
R ↕	opera come R↓
R ↑	non opera

- in sintesi i possibili collegamenti tra i registri risultano essere i seguenti:



Le operazioni eseguite direttamente dai registri

La macchina esegue:

- le quattro operazioni aritmetiche considerando come "operando primo termine" il numero che si trova nel registro A e come "operando secondo termine" quello che si trova nel registro M

- la radice quadrata considerando come radicando il numero che si trova nel registro M

I dati numerici che si trovano nei registri A, B, C, D, E, F, R, possono essere direttamente operati come radicando o come secondo termine di una operazione il cui primo termine è costituito dal numero che si trova nel registro A

- a tal fine occorre premere il tasto del registro sèlezionato e successivamente quello che comanda l'esecuzione di una delle cinque operazioni

- la macchina trasferisce nel registro M il numero che si trova nel registro selezionato e quindi esegue l'operazione con le modalità consuete

- elenchiamo le istruzioni relative a ciascuna operazione ed operanti sia in calcolo guidato che manuale, indicando con r un qualsiasi registro numerico splittato o no

istruzioni

r +   il contenuto di r viene trasferito in M dove è operato come addendo

r −   il contenuto di r viene trasferito in M dove è operato come sottraendo

istruzioni

r x	il contenuto di r viene trasferito in M dove è operato come fattore
r :	il contenuto di r viene trasferito in M dove è operato come divisore
r √	il contenuto di r viene trasferito in M dove è operato come radicando

Facciamo un esempio numerico supponendo che nei registri A ed r siano stati immessi rispettivamente i numeri 100 e 4; ipotizziamo l'esecuzione alternativa delle cinque operazioni utilizzando il dato contenuto in r come secondo termine delle quattro operazioni elementari o come radicando

	M	A	r
		100	4
a) addizione 100 + 4 = 104			
premere [r] [+]	4	104	4
b) sottrazione 100 - 4 = 96			
premere [r] [-]	4	96	4

	M	A	r
		100	4
c) moltiplicazione 100 x 4 = 400			
premere [r][x]	4	400	4
d) divisione 100 : 4 = 25			
premere [r][:]	4	25	4
e) **radice** quadrata $\sqrt{4} = 2$			
premere [r][√]	4	2	4

- le istruzioni esaminate assumono un significato particolare quando il registro numerico r selezionato è il registro A (i due termini dell'operazione sono uguali)

istruzioni

A +	raddoppio del numero
A -	azzeramento di A
A x	quadrato del numero
A :	1 in A
A √	radice del numero

- la macchina stampa i simboli relativi alle operazioni aritmetiche e di trasferimento che interessano i **registri;** la stampa avviene durante l'esecuzione delle operazioni nel calcolo manuale e contemporaneamente alla compilazione delle istruzioni in quello automatico

<u>Applicazioni con uso dei registri di deposito</u>

- la funzione dei registri di deposito è quello di accantonare i dati numerici che debbono essere utilizzati nelle successive fasi del calcolo, evitandone la reimpostazione da parte dell'operatore

- nei registri di deposito possono essere immessi sia i dati direttamente impostati in tastiera che quelli ottenuti dalla macchina come risultati di operazioni intermedie

- i tre esempi che ora consideriamo li supponiamo operati in calcolo manuale per meglio seguire e comprendere il succedersi delle operazioni aritmetiche e di trasferimento che la macchina esegue sui registri di deposito

a) (3 + 4) x (5 + 6) = 77

sequenza operativa

	M	A	B
3	3		
[↕]	3	3	
4	4	3	
[+]	4	7	
[B] [↕]	4		7
6	6		7
[↓]	6	6	7
5	5	6	7
[+]	5	11	7
[B] [x]	7	77	7

b) (7 x 8) + (9 x 2) = 74

sequenza operativa

	M	A	B
7	7		
↓	7	7	
8	8	7	
x	8	56	
B ↕	8		56
9	9		56
↓	9	9	56
2	2	9	56
x	2	18	56
B +	56	74	56

c) $\frac{(3 \times 4) + (6 \times 4) + (9 \times 4)}{36} = 2$

sequenza operativa

sequenza operativa	M	A	B	C
4	4			
B ↑			4	
3	3		4	
↓	3	3	4	
B ×	4	12	4	12
C ↕	4		4	12
6	6		4	12
↓	6	6	4	12
B ×	4	24	4	12
C +	12	36	4	12
C ↕	12	12	4	36
9	9	12	4	36
↓	9	9	4	36
B ×	4	36	4	36
C +	36	72	4	36
:	36	2	4	36

ISTRUZIONI DI SALTO
ED ISTRUZIONI SPECIALI

Salti incondizionati

Abbiamo già accennato alla logica delle istruzioni di salto e di riferimento

- quando la macchina legge nel programma un'istruzione di salto, ricerca l'istruzione di riferimento corrispondente e ricomincia ad operare eseguendo le istruzioni successive

- se si inserisce una istruzione di salto e la relativa istruzione di riferimento rispettivamente in chiusura ed in apertura del programma, la macchina può ripetere automaticamente più volte l'esecuzione del ciclo di operazioni programmate

- questo tipo di istruzione è detta di "salto incondizionato" perchè la macchina, quando la incontra, salta sempre ed incondizionatamente all'istruzione di riferimento corrispondente: una meccanica rigida ed essenziale che permette di alterare l'ordine normale di esecuzione delle istruzioni

- la macchina scandaglia il programma alla ricerca di un riferimento iniziando dalla prima istruzione memorizzata; se per errore in uno stesso programma sono state inserite due o più istruzioni di riferimento uguali (e pertanto corrispondenti alla medesima istruzione di salto), la macchina considera come valida unicamente quella che è stata memorizzata per prima

- le istruzioni di salto incondizionato di cui si può disporre sono sedici

istruzioni di salto incondizionato	istruzioni di riferimento
V	AV
W	AW
Y	AY
Z	AZ
CV	BV
CW	BW
CY	BY
CZ	BZ
RV	FV
RW	FW
RY	FY
RZ	FZ
DV	EV
DW	EW
DY	EY
DZ	EZ

Esaminiamo l'espressione

$$\frac{(a_1 \times b_1) + (a_2 \times b_2) + (a_3 \times b_3) + \ldots\ldots + (a_{100} \times b_{100})}{K}$$

- se si prescinde dalla logica dei salti incondizionati, il programma che dovrebbe essere memorizzato dalla macchina per l'esecuzione dei calcoli necessari alla soluzione di questo tipo di problema, sarebbe così composto:

S	impostare a_1
↓	
S	impostare b_1
x	$(a_1 \times b_1)$ in A
B↕	$(a_1 \times b_1)$ in B, registro d'accumulo
S	impostare a_2
↓	
S	impostare b_2
x	$(a_2 \times b_2)$ in A
B+	$(a_2 \times b_2) + (a_1 \times b_1)$ in A
B↕	$(a_2 \times b_2) + (a_1 \times b_1)$ in B

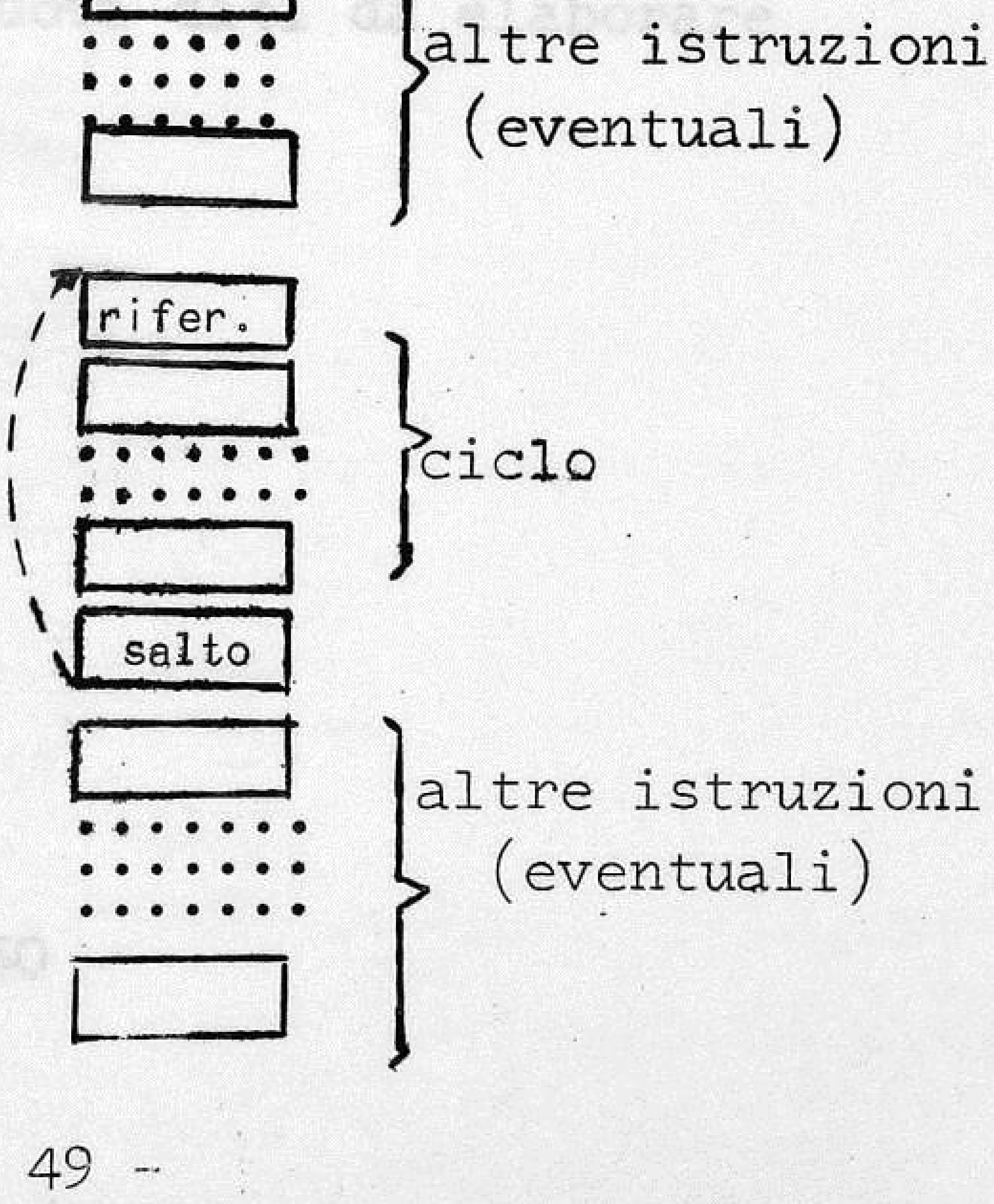
S	impostare a_3
↓	
S	impostare b_3
x	$(a_3 \times b_3)$ in A
B+	$(a_1 \times b_1) + (a_2 \times b_2) + (a_3 \times b_3)$ in A
B↕	$(a_1 \times b_1) + (a_2 \times b_2) + (a_3 \times b_3)$ in B
.	....
.	....
.	....
.	....
.	....
.	....
S	impostare a_{99}
↓	
S	impostare b_{99}
x	$(a_{99} \times b_{99})$ in A
B+	$\sum_{i=1}^{98}(a_i \times b_i) + (a_{99} \times b_{99})$ in A
B↕	$\sum_{i=1}^{98}(a_i \times b_i) + (a_{99} \times b_{99})$ in B
S	impostare a_{100}
↓	
S	impostare b_{100}
x	$(a_{100} \times b_{100})$ in A
B+	$\sum_{i=1}^{99}(a_i \times b_i) + (a_{100} \times b_{100})$ in A
S	impostare K
:	$\sum_{i=1}^{100}(a_i \times b_i) : K$
A◊	stampa del risultato

- osserviamo che l'esecuzione e l'accumulo dei 98 prodotti (dal 2° al 99°) richiede la ripetizione per 98 volte di un uguale gruppo di sei istruzioni, che costituisce pertanto una sequenza operativa ciclica o "ciclo operativo"

S ↓	impostare a_y
S	impostare b_y
x	$(a_y \times b_y)$ in A
B+	$\sum_{i=1}^{y-1}(a_i \times b_i) + (a_y \times b_y)$ in A
B↕	$\sum_{i=1}^{y-1}(a_i \times b_i) + (a_y \times b_y)$ in B

- nel compilare un programma, se si ravvisa nella struttura del problema che si affronta l'esistenza di una sequenza ciclica, si ricorre alle istruzioni di salto incondizionato che ci permettono di programmare una sola volta le istruzioni necessarie al calcolo che deve essere ripetuto più volte

- è sufficiente inserire una qualsiasi delle sedici istruzioni di salto incondizionato e la corrispondente istruzione di riferimento rispettivamente in chiusura ed in apertura della sequenza ciclica, indipendentemente dalla posizione che questa mantiene nel blocco delle istruzioni che formano il programma



- nel problema di calcolo che stiamo esaminando la sequenza "esecuzione del prodotto ed accumulo del risultato" deve essere ripetuta dalla macchina per 98 volte; le modalità di esecuzione del 1° e del 100° prodotto sono atipiche : al risultato del 1° prodotto non è necessario sommare il contenuto di B (B +) ed il totale finale dell'accumulo che si ottiene in A sommando al risultato del 100° prodotto quanto già accumulato in B, non deve essere rinviato in B (B↕)

- malgrado l'effettiva atipicità di alcuni calcoli che la macchina deve eseguire, conviene, quando è possibile , far rientrare nella logica ciclica anche le situazioni atipiche, modificando apportunamente la struttura del programma

- nel nostro caso per fare eseguire dalla macchina in sequenza ciclica (S, ↓, S, x, B+, B↕) tutti i 100 prodotti con accumulo, è necessario che il registro B venga azzerato prima dell'esecuzione del primo prodotto (B *) e che il contenuto di B venga richiamato in A dopo l'esecuzione del centesimo prodotto (B↓)

- quando tutti i gruppi di dati relativi alle operazioni che sono state programmate con una sequenza ciclica sono stati impostati, la macchina in esecuzione dell'istruzione di salto che chiude il ciclo operativo, salta al riferimento e si arresta sul primo stop che incontra in attesa di ricevere nuovi dati da elaborare

- questo avviene perchè, come abbiamo visto, l'istruzione di salto incondizionato prevede sempre e comunque la ricerca del riferimento e l'esecuzione delle istruzioni successive

- la meccanica dei salti incondizionati è rigida e non comporta una operazione di scelta da parte della macchina

- l'azione di discernimento deve essere compiuta dall'operatore che deve comunicare alla macchina "il lavoro ciclico è esaurito; è nccessario saltare questa sequenza ed eseguire le ulteriori istruzioni del "programma"

- a tal fine occorre che le istruzioni che debbono essere eseguite dopo l'esaurimento del lavoro ciclico, siano precedute da un'istruzione di riferimento; quando la macchina si arresta sullo stop in attesa di nuovi dati, l'operatore deve premere il tasto relativo all'istruzione di salto corrispondente

- la macchina esegue l'istruzione di salto selezionata manualmente in tastiera: ricerca il riferimento e ricomincia ad operare secondo le istruzioni che seguono

- la logica della macchina prevede la ricerca del riferimento non solo in seguito alla lettura in programma del corrispondente salto ma anche nel caso che questo sia impostato in tastiera; l'operatore ha dunque la possibilità di interrompere l'esecuzione delle istruzioni comprese in una sequenza ciclica e comunque può fare eseguire alla macchina un qualsiasi gruppo di istruzioni del programma che siano precedute da un riferimento: infatti è sufficiente, come sappiamo, selezionare in tastiera il tasto relativo all'istruzione di salto corrispondente al riferimento che apre il programma memorizzato perchè la macchina ne inizi l'esecuzione

- tenendo presente quanto sopra esposto, riscriviamo il programma relativo all'esempio che stiamo seguendo

AY	istruzione di riferimento che apre il programma
B*	azzeramento di B
AV	
S	
↓	ciclo operativo
S	esecuzione di $\sum_{i=1}^{100}(a_i \times b_i)$
x	
B+	
B↕	
V	
AW	riferimento per interruzione del ciclo
B↓	introduzione in A del contenuto di B
	$B\left[\sum_{i=1}^{100}(a_i \times b_i)\right]$
S	impostazione di K
:	
A◊	lettura del risultato della divisione
Y	istruzione di salto che chiude il programma

l'operatore deve compiere queste manovre:

1) premere il tasto [Y] per fare iniziare l'esecuzione del programma

2) impostare successivamente le 100 coppie di dati a_i e b_i

3) premere il tasto [W] per interrompere l'esecuzione della sequenza ciclica

4) impostare K

Salti condizionati

- le istruzioni di salto condizionato sono 16 e risultano dalla unione delle istruzioni di salto incondizionato con l'istruzione di splittaggio

istruzioni di salto condizionato	istruzioni di riferimento
/V	A/V
/W	A/W
/Y	A/Y
/Z	A/Z
C/V	B/V
C/W	B/W
C/Y	B/Y
C/Z	B/Z
R/V	F/V
R/W	F/W
R/Y	F/Y
R/Z	F/Z
D/V	E/V
D/W	E/W
D/Y	E/Y
D/Z	E/Z

- la meccanica delle istruzioni di salto incondizionato è rigida: la macchina esegue sempre il salto e solo lo intervento dell'operatore può fare interrompere l'esecuzione del ciclo operativo

- quando la macchina legge nel programma una istruzione di salto condizionato la segue ricercando l'istruzione di riferimento corrispondente soltanto se in quel momento il valore numerico contenuto nel registro A è maggiore di zero

se A > 0	la macchina esegue l'istruzione di salto e ricerca il riferimento
se A ≤ 0	la macchina non tiene conto dell'istruzione di salto e prosegue eseguendo le istruzioni successive

- la macchina sonda il registro A e riconosce il valore positivo o nullo e negativo del numero che vi è contenuto ed in relazione al risultato di questo sondaggio sceglie tra due diverse strade (prosegue o salta)

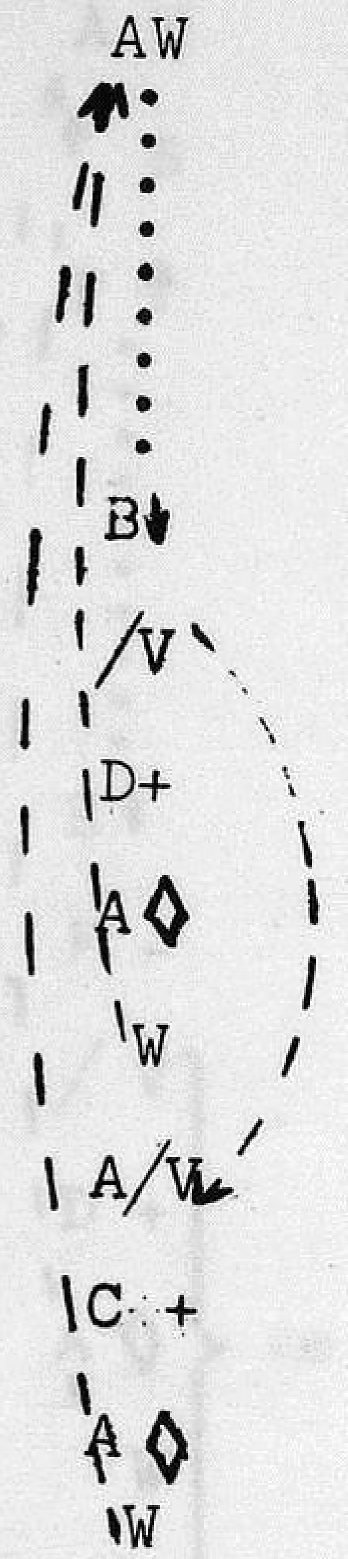
- con le istruzioni di salto condizionato la macchina acquista una capacità discriminante automatica e si sostituisce all'operatore nell'azione di scelta

- nel compilare un programma, è pertanto possibile prevedere due diverse elaborazioni di un determinato risultato intermedio: la macchina automaticamente esegue una o l'altra elaborazione al verificarsi o meno della condizione A > 0

- supponiamo che il risultato di un determinato calcolo venga a trovarsi nel registro B e che la macchina debba operare su di esso in due differenti modi secondo che il suo valore algebrico sia positivo oppure no

se il contenuto di B è > 0 deve essere sommato al contenuto di C

se il contenuto di B è ≤ 0 deve essere sommato al contenuto di D



se A > 0

quando la macchina legge l'istruzione /V esamina il contenuto di A: se A è > 0 ricerca il riferimento A/V ed esegue C+ e A◊ , se A è ≤ 0 esegue D+ e A◊ perchè l'istruzione di salto non opera; in ambedue i casi, mediante le due istruzioni di salto W, la macchina ritorna al riferimento AW

- la condizione A > 0 può essere sostituita da quella A > x quando si provveda, con una apposita istruzione del programma, ad introdurre - x in A (x costante in un registro di deposito) prima che la macchina compia l'operazione di sondaggio

- riprendiamo lo stesso esempio, variando la sostanza della condizione discriminante

  se il contenuto di B è > 1000 deve essere sommato al contenuto di C

  se il contenuto di B è ≤ 1000 deve essere sommato al contenuto di D

A W		
↑ S		impostazione di 1000
F ↑		1000 in F
B ↕		il contenuto di B in A
F −		il contenuto di B − 1000 in A
/ V		
D +		
A ◊	se A > 0	la meccanica del confronto A ≷ 0 si svolge con le medesime modalità e conseguenze dell'esempio precedente
W		
A/V		
C +		
A ◊		
W		

- sappiamo che quando la macchina esegue un ciclo operativo programmato con una istruzione di salto incondizionato, è necessario l'intervento dell'operatore per interrompere la sequenza; con le istruzioni di salto condizionato può essere possibile evitare tale intervento affidando alla macchina il compito di contare il numero di cicli che deve eseguire e, esaurito questo tipo di lavoro, di saltare automaticamente alle ulteriori istruzioni del programma (interruzione automatica della sequenza ciclica)

per ottenere ciò occorre istituire un sistema di contacolpi sfruttando le possibilità di collegamenti tra i registri: si introduce in un registro di deposito il numero che indica quante volte deve essere eseguito il ciclo operativo e si provvede con opportune istruzioni a sottrargli un'unità per ogni ciclo che la macchina esegue, trasferendo questo dato continuamente aggiornato nel registro A prima del confronto $A \gtreqless C$; la macchina salta, e perciò ripete la sequenza ciclica, finchè non è esaurito, per le successive sottrazioni di un'unità, il numero impostato : quando questo è uguale a zero, la macchina non esegue più l'istruzione di salto condizionato e si porta sulle ulteriori istruzioni del programma

esempio: 10^3

A V
S impostazione di 10
C ↑
S impostazione di 3
↓
:
A ↕
B ↑
A/Y
B ↕
C x
B ↕ (ciclo con contacolpi)
A :
↕
–
/Y
B ◊
V

(la prima riga riguarda la situazione dei registri all'inizio del ciclo corrispondente)

1° ciclo				2° ciclo				3° ciclo			
M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C
1	3	1	10	1	3-1	10	10	1	3-2	10^2	10
1	1	3	10	1	10	3-1	10	1	10^2	3-2	10
10	10	3	10	10	10^2	3-1	10	10	10^3	3-2	10
10	3	10	10	10	3-1	10^2	10	10	3-2	10^3	10
3	1	10	10	3-1	1	10^2	10	3-2	1	10^3	10
1	3	10	10	1	3-1	10^2	10	1	3-2	10^3	10
1	3-1	10	10	1	3-2	10^2	10	1	3-3	10^3	10

dopo il terzo ciclo A= 0: l'istruzione di salto non opera; la macchina legge il risultato in B e termina il programma

Istruzioni speciali

Le istruzioni che ora esaminiamo sono composte dall'accoppiamento di in dirizzi e funzioni che non mantengono il normale significato che fino ad ora gli abbiamo atrribuito; la macchina le interpreta e le esegue secon do le indicazioni che seguono

/◊ interlinea

/⇕ parte decimale di A in M lasciando A inalterato

A⇕ valore assoluto di A in A

- questa istruzione, se inserita in un sistema di salti condizonati, rende possibile la discriminazione auto matica tra tre condizioni invece che tra due

A > 0	A < 0	A = 0

se il contenuto di A è ≦ 0 con A⇕ lo zero rimane inva riato ed il valore negativo diventa positivo; una suc cessiva istruzione di salto viene eseguita dalla mac china se A < 0 (in valore assoluto A > 0) e non viene e eseguita se A = 0

A↑ codifica automatica delle costanti numeriche

- è necessario azzerare tutti i registri con il tasto AG e quindi, impostato il numero da codificare, pre- mere i tasti A e ↑ ; il numero viene trasferito nel 1° registro del programma: comandando la lettura del programma, la macchina stampa la codifica del numero; le istruzioni stampate debbono essere opportunamente inserite nel programma che prevede l'elaborazione del la costante codificata

A/↑ trasferisce in M un blocco di caratteri del programma a cui vie ne dato significato numerico con virgole e segno

- l'istruzione A/↑ deve precedere nel programma le i struzioni relative alla costante numerica codificata

RS attua lo scambio globale di D con R

- l'istruzione RS rende possibile la conservazione di 8 dati numerici tra un progr mma e quello successivo

L A S C H E D A M A G N E T I C A

Registrazione del programma sulla scheda magnetica

Un programma che è stato memorizzato dalla macchina può essere registrato su di una apposita scheda magnetica: è così possibile conservarlo a tempo indeterminato

La scheda è costituita da un supporto di materiale speciale capace di essere magnetizzato ed è provvista di due piste ognuna delle quali può memorizzare un programma di 120 istruzioni

- per predisporre la macchina all'operazione di registrazione del programma memorizzato sulla scheda magnetica è necessario abbassare il pulsante [RP]
- la registrazione avviene introducendo la scheda nell'apposita feritoia
- la scheda magnetica legge e quindi registra il contenuto dei due registri del programma e quello dei registri F E e D, indipendentemente dalla dimensione del programma che sta memorizzando
- è quindi opportuno che se i registri F E e D non contengono istruzioni o costanti numeriche che debbono essere memorizzate con il programma, siano azzerati mentre avviene la registrazione
- ultimata la registrazione, rialzare il pulsante [RP]

Lettura e memorizzazione da parte della macchina del programma registrato sulla scheda magnetica

La scheda, e quindi il programma su di essa registrato, può essere conservata a tempo interminato.

Ogni qualvolta debba essere eseguito un programma registrato su una scheda, la macchina può leggerlo e memorizzarlo

- per fare leggere e memorizzare dalla macchina il contenuto della scheda occorre azzerare tutti i registri con il tasto [AG] e quindi, senza alcuna predisposizione, introdurre la scheda nella feritoia
- se si accende la lampadina rossa è necessario ripetere l'operazione
- la macchina è ora in grado di eseguire il programma come se questo fosse stato introdotto dalla tastiera
- per fare stampare dalla macchina il programma memorizzato si deve abbassare il pulsante [PP] e successivamente premere il tasto [◊]
- esaurita l'operazione di stampa, rialzare il pulsante [PP]

ALCUNE APPLICAZIONI TIPICHE

DIAGRAMMI DI FLUSSO E PROGRAMMI

Piano d'ammortamento progressivo a rata costante con quote crescenti di capitale e decrescenti d'interessi

$$R = Co \frac{i\,(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

R = rata costante
Co = capitale anno zero
i = tasso d' interesse

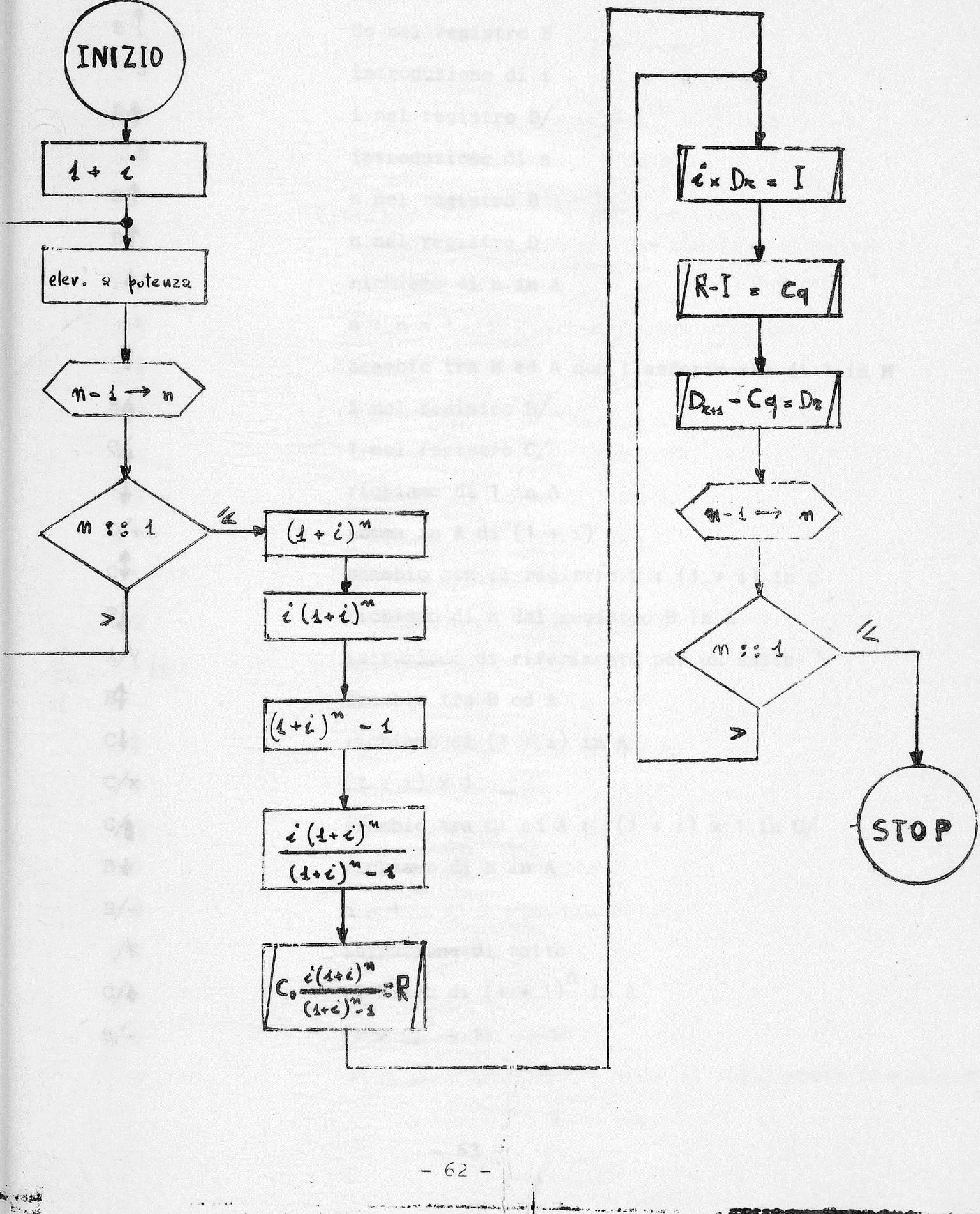
$I = i\,Dr$
$Cq = R - I$
$Dr = Dr + 1 - Cq$

I = quota interessi
Cq = quota capitale
Dr = debito residuo

- si deve determinare:

1) l'entità della rata R costante
2) le sue parti componenti I e Cq, l'una decrescente e la altra crescente
3) il debito residuo Dr decrescente, derivante dalla differenza tra il debito residuo dell'anno precedente e la quota capitale dell'anno che si considera

diagramma di flusso



A Y	istruzione di riferimento per inizio programmazione
S	introduzione di Co
E↑	Co nel registro E
S	introduzione di i
D/↑	i nel registro D/
S	introduzione di n
B↑	n nel registro B
D↑	n nel registro D
↓	richiamo di n in A
:	n : n = 1
↕	scambio tra M ed A con trasferimento di 1 in M
B/↑	1 nel registro B/
C/↑	1 nel registro C/
↓	richiamo di 1 in A
D/+	somma in A di (1 + i)
C↕	scambio con il registro C : (1 + i) in C
B↓	richiamo di n dal registro B in A
A/V	istruzione di riferimento per un salto
B↕	scambio tra B ed A
C↓	richiamo di (1 + i) in A
C/x	(1 + i) x 1
C/↕	scambio tra C/ ed A : (1 + i) x 1 in C/
B↓	richiamo di n in A
B/-	n - 1
/V	istruzione di salto
C/↓	richiamo di $(1 + i)^n$ in A
B/-	$(1 + i)^n - 1$

C ↕	scambio tra C ed A ; $(1 + i)^n - 1$ in C
C/ ↓	richaimo di $(1 + i)^n$ in A
D/x	$(1 + i)^n \times i$
C :	$(1 + i)^n \times i : (1 + i)^n + 1$
E x	$Co \left[(1 + i)^n \times i : (1 + i)^n + 1\right] = R$
B ↕	scambio tra B ed A ; R in B
/◊	interlinea
B ◊	lettura del registro B che contiene il valore R
D ↓	richiamo di n in A
A/Y	istruzione di riferimento per un salto
D ↕	scambio tra D ed A
D/↓	richiamo di i in A
E x	Co x i = I
C/↕	scambio tra C/ ed A; I in C/
B ↓	richiamo di R in A
C/-	R - I = Cq
C ↕	scambio tra C ed A: Cq in C
E ↓	richiamo di Co in A
C -	Co - Cq = Dr
E ↕	scambio tra E ed A: Dr in E
/◊	interlinea
C/◊	lettura di C/ : valore I
C ◊	lettura di C : valore Cq
E ◊	lettura di E : valore Dr
D ↓	richiamo di n in A
B/-	n - 1
/ Y	istruzione di salto
Y	fine programmazione - salto al riferimento iniziale AY

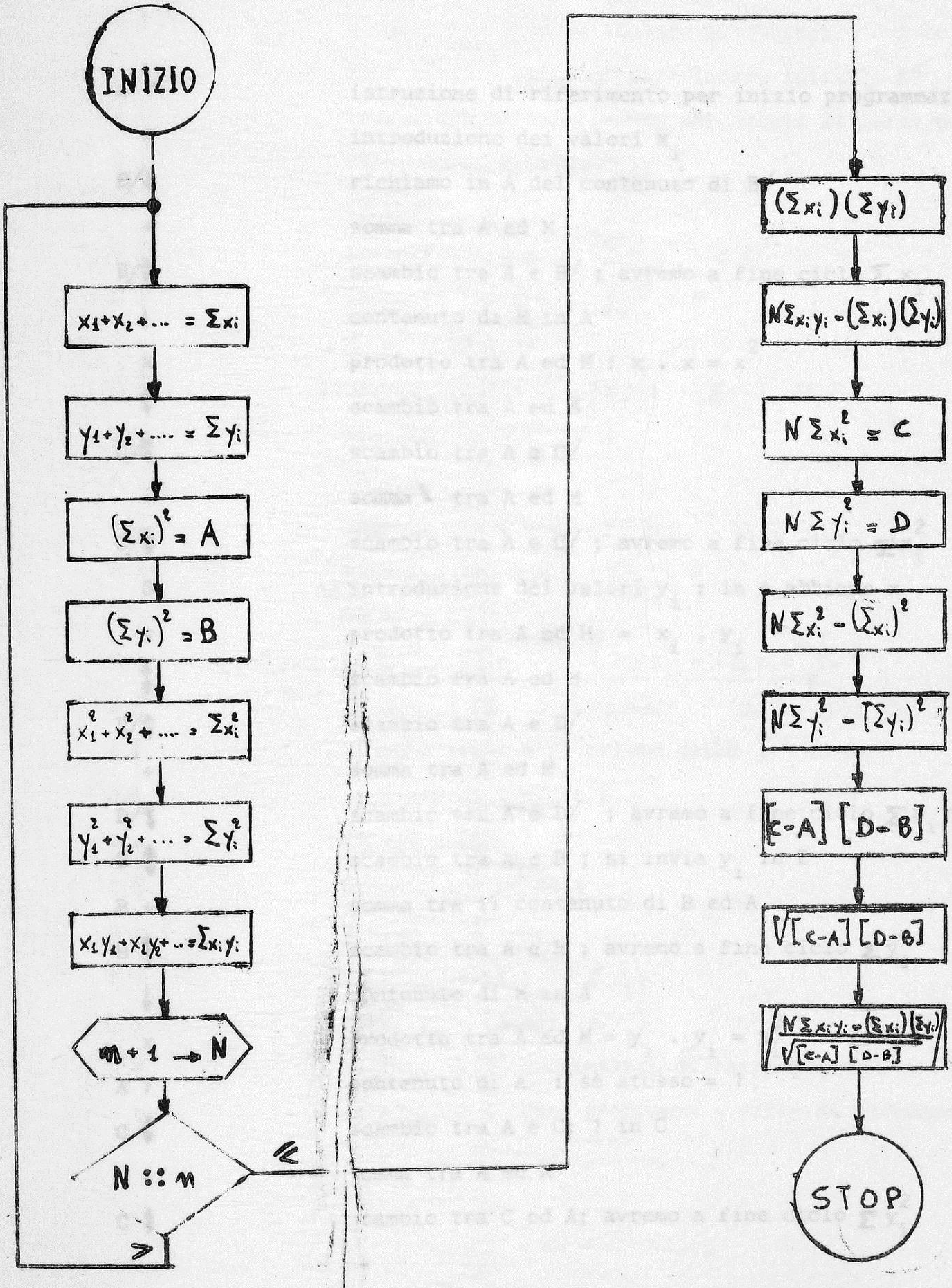
Coefficiente di correlazione lineare di Pearson

$$r = \frac{N \sum x_i \, y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{\sqrt{\left[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\right] \cdot \left[N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\right]}}$$

N = numero dei dati relativo ad uno dei due fenomeni

dati gli andamenti di due fenomeni, rappresentati dalle variabili x_i ed y_i, si deve determinare r, che misura la tendenza di x_i ed y_i e variare l'una con l'altra

diagramma di flusso



programma e sua descrizione

A V	istruzione di riferimento per inizio programmazione
S	introduzione dei valori x_i
B/↓	richiamo in A del contenuto di B/
+	somma tra A ed M
B/↕	scambio tra A e B/ ; avremo a fine ciclo Σx_i
↓	contenuto di M in A
x	prodotto tra A ed M : $x . x = x^2$
↕	scambio tra A ed M
C/↕	scambio tra A e C/
+	somma tra A ed M
C/↕	scambio tra A e C/ ; avremo a fine ciclo Σx_i^2
S	introduzione dei valori y_i ; in A abbiamo x_i
x	prodotto tra A ed M = $x_i . y_i$
↕	scambio fra A ed M
D/↕	scambio tra A e D/
+	somma tra A ed M
D/↕	scambio tra A e D/ ; avremo a fine ciclo $\Sigma x_i y_i$
B ↕	scambio tra A e B ; si invia y_i in B
B +	somma tra il contenuto di B ed A
B ↕	scambio tra A e B ; avremo a fine ciclo Σy_i
↓	contenuto di M in A
x	prodotto tra A ed M = $y_i . y_i = y_i^2$
A :	contenuto di A : sè stesso = 1
C ↕	scambio tra A e C; 1 in C
+	somma tra A ed M
C ↕	scambio tra C ed A; avremo a fine ciclo Σy_i^2

D +	somma tra contenuto D ed A
D ⇕	scambio tra D ed A; abbiamo il conteggio dei colpi
V	fine ciclo - salto al riferimento iniziale AV
A W	istruzione di riferimento per inizio II parte programma
B ↓	richiamo di B in A
A x	$(\Sigma y_i)^2$
C ⇕	scambio tra A e C; $(\Sigma y_i)^2$ in C
D x	prodotto tra A e D : $\Sigma y_i^2 \times N$
C -	$N \; y_i^2 - (\Sigma y_i)^2$
C ⇕	scambio tra A e C : $N\Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2$ in C
B/↓	richiamo di Σx_i in A
A x	$(\Sigma x_i)^2$
C/⇕	scambio tra A e C/ ; $(\Sigma x_i)^2$ in C/
D x	prodotto tra A e D : $\Sigma x_i^2 \cdot N$
C/-	$N\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2$
C x	$\left[N\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2\right] \cdot \left[N\Sigma y_i^2 = (\Sigma y_i)^2\right]$
A √	$\sqrt{\left[N\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2\right] \cdot \left[N\Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2\right]}$
C ⇕	scambio tra A e C; valore della √ in C
B/↓	richiamo di Σx_i in A
B x	$(\Sigma x_i) \cdot (\Sigma y_i)$
D/⇕	scambio tra D/ ed A
D x	$\Sigma x_i \cdot y_i \cdot N$
D/-	$N\Sigma x_i \cdot y_i - (\Sigma x_i) \cdot (\Sigma y_i)$
C :	$N\Sigma x_i \cdot y_i - (\Sigma x_i) \cdot (\Sigma y_i)$
A ◊	lettura di [r] coefficiente di correlazione
V	istruzione di fine programma - salto al riferimento AV

Equazione di II grado con esame del discriminante Δ

$$a\,x^2 + b\,x + c = 0$$

- formula risolutiva:

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \begin{cases} x_1 \\ x_2 \end{cases} \qquad \Delta = b^2 - 4ac$$

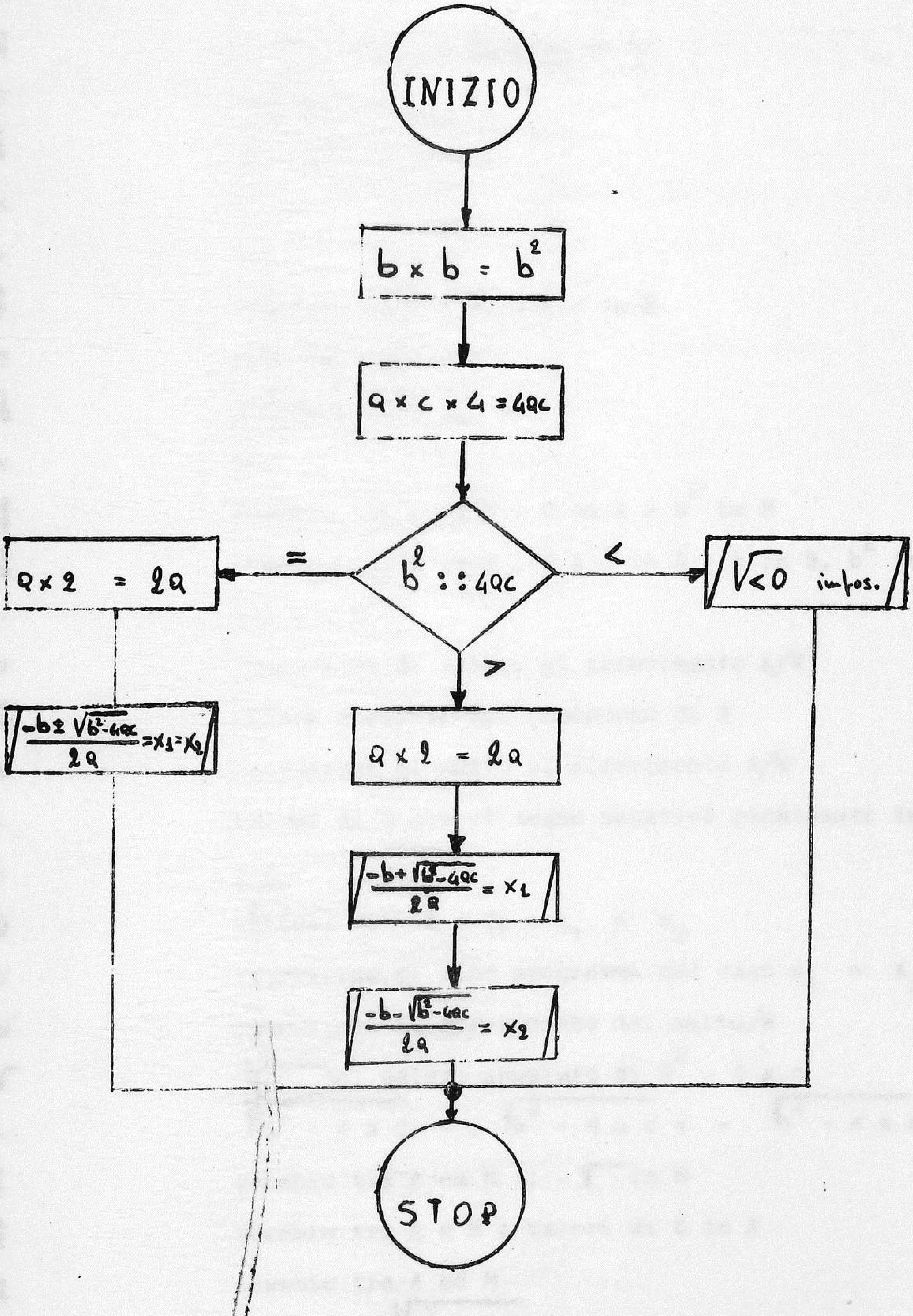
- si determinano i valori di x_1 e x_2, tenendo presente le condizioni:

  1) $b^2 > 4ac$ due soluzioni $x_1 \neq x_2$
  2) $b^2 < 4ac$ soluzioni impossibili per la presenza di un numero negativo come radicando
  3) $b^2 = 4ac$ una soluzione $x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$

- nel caso 2) programmiamo la stampa di 0, in sostituzione del segno impossibile

- i dati devono essere introdotti con il loro segno algebrico

d i a g r a m m a   d i   f l u s s o



p r o g r a m m a   e   s u a   d e s c r i z i o n e

A V	istruzione di riferimento per inizio programma
S	introduzione di a
↓	richiamo di a in A
+	2a
B/↕	scambio tra A e B/ ; 2a in B/
S	introduzione di C
↓	richiamo di C in A
B/x	2 a c
A +	4 a c
B ↕	scambio tra A e B; 4 a c in B
S	introduzione di b
↓	richiamo di b in A
x	b^2
↕	scambio tra A ed M ; b in A e b^2 in M
B ↕	scambio tra B ed A ; 4 a c in A , b in B, b^2 in M
-	$4ac - b^2$
/V	istruzione di salto, al riferimento A/V
A ↕	valore assoluto del contenuto di A
/W	istruzione di salto al riferimento A/W
B -	valore di b con il segno negativo richiamato in A
B/:	$\frac{-b}{2a}$
A ◊	lettura di - b : 2a = x_1 = x_2
V	istruzione di fine programma nel caso $x_1 = x_2$
A/W	istruzione di riferimento del salto/W
A √	$\sqrt{}$ del valore assoluto di $b^2 - 4ac$
-	$\sqrt{b^2 - 4ac} - 2\sqrt{b^2 - 4ac} = -\sqrt{b^2 - 4ac}$
↕	scambio tra A ed M ; $-\sqrt{}$ in M
B ↕	scambio tra A e B ; valore di b in A
↕	scambio tra A ed M
-	avrò $-b + \sqrt{b^2 - 4ac}$ in A

B/:	$x_1 = -b + \sqrt{b^2 - 4ac} : 2a$
A ◊	lettura di x_1
B ↕	scambio tra A e B ; x_1 in B ; $-2\sqrt{\ }$ in A
:	$-\dfrac{2\sqrt{\ }}{2a}$
B +	$\left[-b + \sqrt{b^2 - 4ac}/2a\right] + \left[-\sqrt{b^2 - 4ac}/2a\right] =$ $-b - \sqrt{b^2 - 4ac} : 2a = x_2$
A ◊	lettura di x_2
V	istruzione di fine programma nel caso di x_1 diverso da x_2
A/V	istruzione di riferimento dal salto /V
A -	azzeramento di A
A ◊	lettura di zero per risultato impossibile
V	istruzione di fine programma

Calcolo di sen x e cos x con una serie di Tchebycheff

- il programma viene svolto servendosi della possibilità di introdurre costanti numeriche codificate in programma; metodo di calcolo:

$$\cos x = 2 \cos^2 \frac{x}{2} - 1$$

$$\text{sen } x^\circ = \cos (90^\circ - x^\circ)$$

- si ottiene un arrotondamento di $\pm$ 1 unità sulla decima cifra decimale

- si introducono come costanti codificate le entità:

  0 da codifica R

  1 da codifica D

- si introducono come costanti nei registri:

D/ (C2 = - 3,0842513744) E/ (C6 = - 0,6032599135)

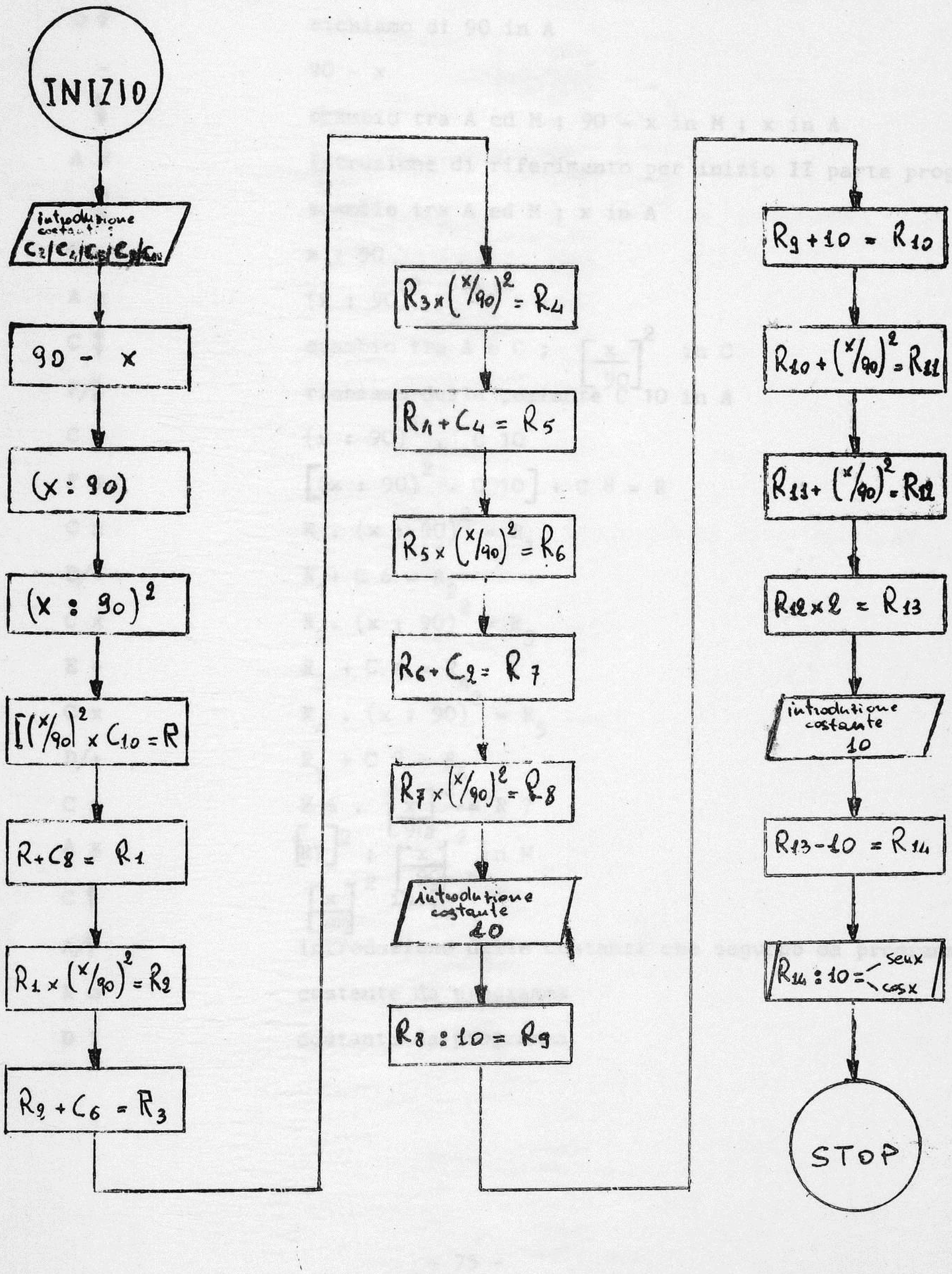
E (C4 = 0,1585434394) F (C8 = 0,0000359032)

F/ (C10= 0,0000002427)

- nel registro D viene introdotto un numero che può essere 90 (gradi sessagesimali), 100 (gradi centesimali), $\frac{\pi}{2}$ (radianti)

- si introduce il valore x e si preme [V] per ottenere il seno e il tasto [W] per il coseno

d i a g r a m m a   d i   f l u s s o



p r o g r a m m a   e   s u a   d e s c r i z i o n e

x	introduzione del valore di x
A V	istruzione di riferimento inizio programma
D ↓	richiamo di 90 in A
-	90 - x
↕	scambio tra A ed M ; 90 - x in M ; x in A
A W	istruzione di riferimento per inizio II parte programma
↕	scambio tra A ed M ; x in A
D :	x : 90
A x	$(x : 90)^2$
C ↕	scambio tra A e C ; $\left[\frac{x}{90}\right]^2$ in C
F/↓	richiamo della costante C 10 in A
C x	$(x : 90)^2 \cdot C\ 10$
F +	$\left[(x : 90)^2 \cdot C\ 10\right] + C\ 8 = R$
C x	$R \cdot (x : 90)^2 = R_1$
E/+	$R_1 + C\ 6 = R_2$
C x	$R_2 \cdot (x : 90)^2 = R_3$
E +	$R_3 + C\ 4 = R_4$
C x	$R_4 \cdot (x : 90)^2 = R_5$
D/+	$R_5 + C\ 2 = R_6$
C x	$R\ 6 \cdot \left[\frac{x}{90}\right]^2 = R\ 7$
A x	$\left[R7\right]^2$; $\left[\frac{x}{90}\right]^2$ in M
C ↑	$\left[\frac{x}{90}\right]^2$ in C
A/↑	introduzione delle costanti che seguono da programma
R o	costante da programma
D 1	costante da programma

:	$[R\,7]^2 : 10 = R\,8$
+	$[R\,8] + 10$
C +	$[R\,8] + 10 + \left[\frac{x}{90}\right]^2$
+	$[R\,8] + 10 + \left[\frac{x}{90}\right]^2 + \left[\frac{x}{90}\right]^2$
A +	$\left\{[R\,8] + 10 + \left[\frac{x}{90}\right]^2 + \left[\frac{x}{90}\right]^2\right\} \times 2 = R9$
A/↑	introduzione della costante da programma
R o	costante da programma
D 1	costante da programma
–	R 9 - 10
:	R 9 - 10 : 10
A ◊	lettura del risultato
S	funzione di Stop
V	istruzione di fine programma al riferimento AV